

**Prototypische Routinen
von Lehrkräften im Umgang mit
Unterrichtseinstiegen, Experimenten
und Schülervorstellungen im
Biologieunterricht**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

Dr. rer. nat.

der Fakultät für

Biologie und Geografie

an der

Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von

Martin Linsner

aus Düsseldorf

November 2009

Die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegenden Experimente wurden in der Arbeitsgruppe Didaktik der Biologie der Universität Duisburg-Essen durchgeführt.

1. Gutachter: Prof.‘ Dr. Angela Sandmann, Universität Duisburg-Essen
2. Gutachter: Prof.‘ Dr. Birgit J. Neuhaus, Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorsitzender des Prüfungsausschusses: Prof. Dr. Wilhelm Kuttler, Universität Duisburg-Essen

Tag der mündlichen Prüfung: 25.02.2010

Des Lehrers Kraft ruht in der Methode.

Adolph Diesterweg, (1790 - 1866), deutscher Schulreformer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	8
2	Theoretischer Hintergrund.....	12
2.1	Ursachen unterschiedlichen Lehrerhandelns.....	12
2.1.1	Unterschiede in den Handlungszielen.....	13
2.1.2	Unterschiede in den Kausalattributionen.....	13
2.1.3	Unterschiede in der Bezugsnormorientierung.....	14
2.1.4	Unterschiede im professionellen Wissen	14
2.2	Subjektive Theorien von Lehrkräften.....	22
2.2.1	Handlungsleitende Kognitionen vs. Subjektive Theorien	22
2.2.2	Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien	23
2.2.3	Begriffsdefinition Subjektive Theorien	25
2.2.4	Methoden zur Rekonstruktion Subjektiver Theorien	26
2.2.4.1	Fragebogen.....	27
2.2.4.2	Interview	28
2.2.4.3	Lautes Denken.....	29
2.2.4.4	Nachträgliches lautes Denken	30
2.2.4.5	Struktur-Lege-Techniken	32
2.2.4.6	Repertory Grid Verfahren und Concept-Mapping.....	34
2.2.5	Empirische Befunde.....	36
2.2.5.1	Prognostische Validität Subjektiver Theorien.....	36
2.2.5.2	Subjektive Theorien im Unterricht	37
2.2.6	Veränderung Subjektiver Theorien	40
2.3	Routinen, Skripte und prototypisches Handeln von Biologielehrkräften	45
2.3.1	Unterrichtsskripts und Unterrichtsmuster aus kognitionspsychologischer Sicht	46
2.3.2	Verlaufsmuster von Unterricht.....	48
2.3.2.1	TIMSS-Video 1995.....	48
2.3.2.2	TIMSS-Video 1999.....	51
2.3.2.3	Die IPN-Videostudie	53
2.3.3	Basismodelle nach Oser.....	55
2.3.4	Routinen von Lehrkräften.....	58
2.3.4.1	Definition, Merkmale und Abgrenzung.....	58
2.3.4.2	Veränderung von Routinen.....	61
2.3.5	Prototypische Routinen von Lehrkräften	62

2.3.5.1	Definition für prototypische Routinen von Lehrkräften.....	62
2.3.5.2	Beispiele für prototypische Routinen von Lehrkräften im Unterricht ..	64
2.4	Zusammenfassung.....	77
3	Ziele der Studie	80
4	Durchführung und Methoden.....	81
4.1	Hintergrund der Fragebogenkonstruktion.....	81
4.2	Überblick – Vom Fragebogen zur Entwicklung des Computerprogramms	82
4.3	Schritt 1 – Fragebogen zu prototypischen Unterrichtssituationen	84
4.4	Schritt 2 – Fragebogen zu prototypischen Routinen von Biologielehrkräften im Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen	87
4.5	Schritt 3 – Fragebogen zu inhaltspezifischen und inhaltsunspezifischen prototypischen Routinen.....	91
4.6	Schritt 4 – Online-Fragebogen zu prototypischen Routinen.....	95
4.6.1	Statistische Methoden zur Identifikation prototypischer Routinen der Biologielehrkräfte.....	99
4.6.1.1	Itemanalyse der Skalen zur Typenbildung	99
4.6.1.2	Trennschärfekoeffizient	99
4.6.1.3	Itemschwierigkeit bzw. Popularitätsindex	100
4.6.2	Cluster-Analyse als gruppenbildendes Verfahren	102
4.6.3	Verwendete Clusteranalyse-Verfahren	103
4.6.3.1	Auswahl des Proximitätsmaßes, quadrierte euklidische Distanz	104
4.6.3.2	Auswahl des Fusionierungsalgorithmus.....	104
4.6.4	Bestimmung der optimalen Clusterzahl	108
4.6.5	Berechnung der prototypischen Routinen.....	108
4.6.6	Modellprüfgrößen.....	109
4.6.6.1	Berechnung der Clusterzugehörigkeit durch verschiedene Clusterverfahren	109
4.6.6.2	Halbierung der Stichprobe.....	110
4.6.6.3	Monte-Carlo-Verfahren.....	111
4.6.6.4	Homogenität	111
4.6.7	Vergleich der Cluster-Lösungen.....	111
4.6.8	Verwendete Programme zur statistischen Auswertung	114
4.6.9	Formel zur Bestimmung der Clusterzugehörigkeit.....	115

4.7	Schritt 5 – Erstellung des CD-ROM gestützten Computerprogramms	118
4.7.1	Erstellung der Videosequenzen	118
4.7.2	Entwicklung und Programmierung der Computerprogramms	120
4.7.3	Validierung der konstruierten Videosequenzen	121
5	Ergebnisse	125
5.1	Unterrichtsrelevante prototypische Routinen	125
5.1.1	Prototypische Unterrichtssituationen	125
5.1.2	Unterschiede im prototypischen Handeln	127
5.2	Unterscheidung inhaltspezifischer und inhaltsunspezifischer prototypischer Routinen	132
5.3	Identifikation von Mustern prototypischer Routinen	136
5.3.1	Deskriptive Beschreibung der Stichprobe	136
5.3.2	Reliabilität des Testinstruments der Online-Studie	137
5.3.3	Bestimmung der optimalen Clusteranzahl	138
5.3.4	Vergleich der 2-, 3- und 4-Cluster-Lösung	139
5.4	Modellprüfgrößen	143
5.4.1	Stabilität der Lösung	143
5.4.1.1	Verwendung unterschiedlicher Clusterverfahren	143
5.4.1.2	Halbierung der Stichprobe	147
5.4.1.3	Monte-Carlo-Verfahren	148
5.4.2	Homogenität	150
5.4.3	Zusammenfassung zur Stabilität und Homogenität der verschiedenen Cluster-Lösungen	151
5.5	Muster prototypischer Routinen	152
5.5.1	Beschreibung der Muster prototypischer Routinen	152
5.5.2	Vergleich der Muster prototypischer Routinen	155
5.5.3	Zuordnung der Lehrkräfte zu den identifizierten Mustern	156
6	Das interaktive Computerprogramm <i>PRoBiL</i>	158
6.1	Aufbau und Funktion des Programms	158
6.2	Validierung der konstruierten Videosequenzen	163
6.2.1	Zuordnung der Probandenäußerungen	163
6.2.2	Interrater-Reliabilität	165
7	Diskussion	168
7.1	Prototypische Routinen von Biologielehrkräften	168
7.2	Methodendiskussion	176
7.3	Zusammenfassung und Ausblick	180

Literaturverzeichnis	183
Abkürzungsverzeichnis.....	201
Abbildungsverzeichnis	203
Tabellenverzeichnis	204
Anhang.....	206

1 Einleitung

Internationale Schulleistungsstudien wie *PISA*¹-2000 – 2006 zeigen deutliche Defizite deutscher Schüler² in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern. Auch frühere Studien wie der *TIMSS*³ 1995 und den *TIMS-Video-Studien* 1995 und 1999 (Hiebert et al., 2003; Roth et al., 2006) heben vergleichbare Defizite u. a. von deutschen Schülern hervor. Neben der Leistungsmessung wurde in den *TIMS-Studien* auch der Unterricht der Schüler per Video aufgezeichnet und näher untersucht. Dabei fällt auf, dass der Unterricht jeder Nation für sich gesehen jeweils relativ gleichförmig abläuft. Beispielsweise scheint im deutschen Mathematikunterricht vor allem das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch im Vordergrund zu stehen. Im internationalen Vergleich unterscheiden sich die Unterrichtsskripts allerdings z. T. deutlich voneinander. Daher sprechen die Autoren diesbezüglich von *kulturellen Skripts* (Baumert, 1997).

Die individuelle Unterrichtsgestaltung wird wesentlich durch die handlungsleitenden Kognitionen der Lehrkräfte bestimmt (Bromme et al., 2006; Perrez et al., 2006, s. Kapitel 2.1, S. 12). *Handlungsleitende Kognitionen* sind mit dem unterrichtlichen Handeln einer Lehrkraft gekoppelt, situativ gebunden und mit der individuellen Erfahrung verknüpft. Sie sind außerdem nur sehr schwer veränderbar (Leuchter et al., 2006; Wahl, 1991). Lehrkräfte gestalten ihren Unterricht häufig so, wie sie ihn selbst während ihrer eigenen Schulzeit oder während der universitären Ausbildung erfahren haben und greifen dabei selten auf andere, möglicherweise modernere, Methoden oder Unterrichtskonzepte des Lehrens zurück. Dies gilt selbst dann, wenn sie diese während ihres Studiums kennengelernt haben (u. a. Wahl, 2006, S. 9–28; Blömeke et al., 2003; Killermann et al., 2008, S. 61). Um handlungsleitende Kognitionen von Lehrkräften zu verändern, reicht es in der Regel nicht aus, wenn sie mit Ergebnissen aus der pädagogischen Forschung konfrontiert werden (Eckerle & Kraak, 1993). Vielmehr ist für eine dauerhafte Veränderung handlungsleitender Kognitionen notwendig, dass Lehrkräfte ihr eigenes Handeln im Unterricht analysieren und reflektieren (Wood et al., 1991; Prawat, 1992).

1 Programme for International Student Assessment (PISA)

2 In der gesamten Arbeit wird zugunsten der Lesbarkeit anstelle von „Schülerinnen und Schüler“ nur die maskuline Form „Schüler“ verwendet.

3 Third International Mathematics and Science Study (TIMSS); seit 2003: Trends in International Mathematics and Science Study

Als Reaktion auf die Befunde der Schulleistungsstudien wurde von Bildungsexperten ein Gutachten zur *Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts* erstellt und von bildungsadministrativer Seite das bundesweite Programm *SINUS*⁴ durchgeführt. Im Rahmen dieses Programms und auch in darauf folgenden Programmen wie *SINUS-Transfer* sollten einerseits innovative Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung erarbeitet werden, andererseits aber auch die Professionalität der Lehrkräfte gesteigert werden, da dies für die langfristige Sicherung hoher Unterrichtsqualität unabdingbar ist (Terhart, 2000). Nicht nur das BLK-Programm *SINUS*, sondern auch viele andere Programme und Projekte hatten bzw. haben zum Ziel, die Professionalität der Lehrkräfte zu entwickeln und zu steigern. Einige dieser Projekte wie z. B. *VAST*, *LUV* oder *Video Clubs* werden in Kapitel 2.2.6 (S. 40) näher vorgestellt. Ihnen ist gemeinsam, dass über die Unterrichtsreflexion der Lehrkräfte Veränderungen in den unterrichtlichen Lehrprozessen eingeleitet werden.

Einige Projekte verfolgen zurzeit den Ansatz, die Professionalität der Lehrkräfte durch die Videoanalyse von Unterricht zu erhöhen (vgl. Brophy 2004). Es existieren Hinweise, dass die Videoanalyse von Unterricht eine geeignete Methode sein kann, professionelles Lehrerhandeln zu entwickeln. Bisher gibt es dafür jedoch nur wenige konzeptionelle Ansätze (Krammer et al., 2006).

Problematisch bei vielen Ansätzen ist, dass sie selten individuell auf die jeweiligen Bedürfnisse der Lehrkräfte abgestimmt sind, obwohl sich Lehrkräfte stark in ihren handlungsleitenden Kognitionen und in ihrem unterrichtlichen Handeln unterscheiden können.

Beispielsweise konnten Neuhaus & Vogt (2007) in einer repräsentativen Studie für Deutschland zeigen, dass sich die Einstellungen von Biologielehrkräften bezüglich guten Unterrichts erheblich unterscheiden. Es konnten drei Biologielehrertypen identifiziert werden: der pädagogisch-innovative Typ, der fachlich-innovative Typ und der fachlich-konventionelle Typ.

⁴ Programm der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (kurz: BLK-Programm SINUS)

Die Unterschiede im unterrichtlichen Handeln zeigen sich in unterschiedlichen Handlungsmustern, die durch Subjektive Theorien einerseits und Unterrichtsskripts andererseits beschrieben werden können (Blömeke, 2003; Ehlich & Rehbein, 1979).

Die Unterrichtsskripts lassen sich möglicherweise durch kurze Sequenzen von Lehrerhandlungen mit spezifischer Funktion innerhalb einer Unterrichtsstunde beschreiben. Unterrichtsskripts, die sich in der Regel auf die Unterrichtsstunde als Ganzes beziehen, enthalten beispielsweise Sequenzen wie das *Lösen komplexer Problemstellungen*, die *Vernetzung von Wissen* oder *Unterrichtsgespräche* (s. Kapitel 2.3.2, S. 48). Unterrichtsskripts und deren Sequenzen beziehen sich vor allem auf die Sichtstrukturebene von Unterricht. In Abgrenzung zu Unterrichtsskripts, werden die genannten kurzen Sequenzen in der vorliegenden Arbeit als *prototypische Routinen* bezeichnet.

In Lehrerfortbildungen ist es möglicherweise durch die gezielte Analyse, Reflexion und ggf. Veränderung prototypischer Routinen von Lehrkräften möglich, auch die Unterrichtsskripts der Lehrkräfte zu beeinflussen. Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Ansatz zur individuellen Reflexion prototypischer Routinen von Biologielehrkräften im eigenen Unterricht entwickelt werden, mit dem Ziel, diese bewusst zu machen und ggf. zu verändern. Dies beruht auf einer Empfehlung der Expertenkommission der BLK, welche die Überzeugung vertritt, dass durch „die Transformation eines impliziten kulturellen Unterrichtsskripts in ein professionelles Skript, dessen Elemente zwar Teile von gut eingeschliffenen Routinen sind, aber leicht bewusst gemacht und diskursiv verhandelt werden können“ (Baumert et al., 1997, S. 88), ein Beitrag zur Professionalitätsentwicklung geleistet werden kann.

Dazu wird ein CD-ROM gestütztes Computerprogramm entwickelt, welches es Biologielehrkräften ermöglicht, ihr eigenes Handeln zu ausgewählten prototypischen Routinen im Unterricht anhand von Fragen und kurzen, konstruierten Videosequenzen zu identifizieren und zu reflektieren. Jede Lehrkraft erhält unmittelbar nach der Bearbeitung, individuell und interaktiv Rückmeldungen über ihr Reflexionsergebnis. Dieses Reflexionsergebnis soll in Kombination mit spezifischen Fortbildungsangeboten zur Professionalitätsentwicklung der Lehrkräfte beitragen.

Ziele der vorliegenden Arbeit sind somit einerseits die Entwicklung eines CD-ROM gestützten Computerprogramms und andererseits die Identifizierung, Unterscheidung sowie Beschreibung stabiler prototypischer Routinen von Biologielehrkräften als Grundlage der Computerprogrammentwicklung. Diese werden anschließend in Videosequenzen überführt und in das Computerprogramm integriert. Das zu entwickelnde Computerprogramm soll als Reflexionsanlass in der Lehreraus- und Lehrerweiterbildung genutzt werden.

2 Theoretischer Hintergrund

Die vorliegende Studie reiht sich ein in Forschungsarbeiten, die den Zusammenhang zwischen handlungsleitenden Kognitionen von Lehrkräften, ihrem unterrichtlichen Handeln und die Auswirkungen dieses Handelns auf die Schüler in den Fokus nehmen. Sie baut auf vorangegangene Forschungsarbeiten auf, die die differenzierte Erfassung verschiedener Einstellungen von Biologielehrkräften im Fokus hatten (Neuhaus & Vogt, 2007). Die zentralen Aspekte der vorliegenden Arbeit beziehen sich auf die Erfassung der Umsetzung handlungsleitender Kognitionen von Biologielehrkräften im Unterricht in Form von prototypischen Routinen als Grundlage für die Entwicklung eines Reflexions- und Fortbildungsinstruments.

Im Folgenden werden zunächst die unterschiedlichen Kognitionen vorgestellt, durch die sich Lehrkräfte unterscheiden können (s. Kapitel 2.1, S. 12). Anschließend werden die subjektiv-theoretischen Wissensbestände von Lehrkräften beschrieben, die das Handeln in besonderem Maße beeinflussen und über deren Änderung auch eine dauerhafte Verhaltensänderung möglich ist (s. Kapitel 2.2, S. 22). In einem weiteren Kapitel werden Unterrichtsroutinen und Skripte von Lehrkräften beschrieben, die in Form mentaler Skripts determiniert sind und sich im Unterricht als Unterrichtsskripts, kulturelle Skripts bzw. prototypische Routinen äußern (s. Kapitel 2.3, S. 45).

2.1 Ursachen unterschiedlichen Lehrerhandelns

Lehrkräfte unterscheiden sich in vielen Bereichen ihres unterrichtlichen Handelns. In der empirischen Forschung wurden in den letzten Jahrzehnten besonders die Unterschiede in den *handlungsleitenden Kognitionen* der Lehrkräfte, die u. a dem Handeln zugrundeliegen, systematisch untersucht. Nach Bromme et al. (2006) und Perrez et al. (2006) zählen zu den handlungsleitenden Kognitionen Handlungsziele und Interessen, allgemeine und spezifische Erwartungen der Lehrer an ihre Schüler, kausale Interpretationsmuster für die Entstehung erwünschter und unerwünschter Effekte (Kausalattributionen), Beurteilungspräferenzen (Bezugsnormorientierung), Komponenten des professionellen Wissens, Subjektive (implizite) Theorien bezüglich des eigenen Handelns, Subjektive Überzeugungen sowie Selbstwirksamkeitserwartungen.

2.1.1 Unterschiede in den Handlungszielen

Unterschiede in den Handlungszielen, d. h. in den Zielen, die Lehrkräfte im Unterricht erreichen wollen oder sollen, lassen sich nach Bromme et al. (2006) u. a. durch berufsbiografische Faktoren erklären (z. B. Berufserfahrung, Unterrichtsfach, Schulform). Auch unterschiedliche kulturelle Kontexte, denen die Handlungsziele entstammen, scheinen eine Rolle zu spielen. So setzen deutsche Lehrkräfte oftmals den Schwerpunkt auf die Entwicklung sozialer Kompetenzen, während andere europäische sowie chinesische Lehrkräfte den Schwerpunkt eher auf Leistung sowie Wissenserwerb legen (Bromme et al., 2006, S. 308; Mischo & Rheinberg, 1995; Wong et al., 2006).

Die zur Erreichung sozialer Kompetenzen formulierten Ziele werden von deutschen Lehrkräften jedoch oftmals so allgemein artikuliert, dass sie in der Unterrichtspraxis kaum Umsetzung finden. Wong et al. (2006) konnte eine negative Korrelation zwischen der Formulierung allgemeiner Ziele und deren Umsetzung im Unterricht zeigen. Je wichtiger einer Lehrkraft ein bestimmtes erzieherisches Ziel ist, desto seltener verfügt sie über Kenntnisse oder Verfahren, um dieses Ziel in konkretes unterrichtliches Handeln zu überführen. Auch wenn der Weg zur Erreichung des Ziels bekannt ist, weisen Befunde von Weßling-Lünnemann & Kleine (1982) und Dann & Humpert (1987) darauf hin, dass zu den gesetzten Zielen oftmals gegensätzlich gehandelt wird, wenn Disziplin und Mitarbeit seitens der Schüler problematisch ist. In solchen Situationen werden die allgemeinen Ziele durch das Ziel „störungsfreie Weiterführung des Unterrichts“ ersetzt (Köttl & Sauer, 1980).

2.1.2 Unterschiede in den Kausalattributionen

Lehrkräfte unterscheiden sich auch im Hinblick auf ihre Kausalattributionen. Darunter werden beispielsweise diejenigen Erwartungen verstanden, die Lehrkräfte bezüglich der Leistungen ihrer Schüler haben. Neben den Wahrnehmungen von einzelnen Schülerleistungen bedingen auch solche Kausalattributionen die daraus resultierenden Handlungen einer Lehrperson. Zusätzlich steuert eine Lehrperson nach Hofer (1986), Möller & Jerusalem (1997), Rheinberg (1975, 1980) mit ihren Attributionen langfristig auch die Attributionen ihrer Schüler. Führt eine Lehrkraft zum Beispiel die Leistungen eines Schülers auf große Anstrengung zurück (zeitvariabel), wird dieser Schüler seinen Erfolg oder Misserfolg bei schulischen Leistungen auch auf diese Weise erklären.

2.1.3 Unterschiede in der Bezugsnormorientierung

In empirischen Untersuchungen konnten zwischen Lehrkräften erhebliche Unterschiede bezüglich ihrer Bezugsnormorientierung nachgewiesen werden. „Bezugsnormen sind Standards, mit denen man ein vorliegendes Resultat vergleicht, wenn man beurteilen will, ob es sich um eine gute oder schlechte Leistung handelt“ (Bromme et al., 2006).

Nach Rheinberg (1980, 2001) erklären sich Lehrpersonen einzelne Aspekte von Schülerleistungen entweder über soziale oder über individuelle Bezugsnormen. Lehrkräfte, die eine soziale Bezugsnorm zugrunde legen, vergleichen Einzelleistungen von Schülern mit dem Klassendurchschnitt. Die soziale Bezugsnormorientierung ist häufig zeitstabil. Lehrkräfte, die eine individuelle Bezugsnorm zugrunde legen, stellen eher die Entwicklung eines Schülers in den Vordergrund. Die individuelle Bezugsnormorientierung ist häufig zeitvariabel.

Die jeweiligen Bezugsnormorientierungen wirken sich auch auf die Kausalattributionen der Lehrkräfte aus. Lehrpersonen mit sozialer Bezugsnormorientierung neigen zu stabilen Kausalattributionen, während Lehrpersonen mit individueller Bezugsnormorientierung eher zeitvariable Faktoren zur Erklärung von Lernleistung bevorzugen. Darüber hinaus stehen die Bezugsnormorientierungen der Lehrkräfte auch mit Erziehungszielen in Verbindung (Mischo & Rheinberg, 1995).

2.1.4 Unterschiede im professionellen Wissen

Zusätzlich zu den bereits genannten psychologischen Konstrukten unterscheiden sich Lehrkräfte auch im Hinblick auf ihr professionelles Wissen. Die Arbeitsgruppe um Fennema (1992) vertritt sogar die Auffassung, dass dem professionellen Wissen der Lehrkräfte eine zentrale Rolle bei der Aufklärung von Unterschieden im Unterricht, besonders beim Instruktionsverhalten zukommt (Peterson et al., 1989; Fennema & Franke, 1992). Das professionelle Wissen der Lehrkräfte ist seit über 20 Jahren im Blickpunkt vielfältiger Studien und wurde zum Zweck der empirisch-psychologischen Analyse begrifflich und theoretisch immer weiter aufgegliedert. Eine heute weit verbreitete „Topologie“ des professionellen Wissens formulierte Bromme (1992, 1997). Bromme (1992, 1997) unterscheidet anknüpfend an Shulman (1986) und Brophy (1991) folgende Bereiche des professionellen Wissens:

1. Fachliches Wissen, z. B. Wissen über *Mathematik als Wissenschaftsdisziplin*
(Bromme, 1992, S. 96, Bromme, 1997, S. 196)
2. Curriculares Wissen, z. B. *schulmathematisches Wissen*
(Bromme, 1992, S. 96, Bromme, 1997, S. 196)
3. Philosophie des Schulfaches, z. B. *Philosophie der Schulmathematik*
(Bromme, 1992, S. 97, Bromme, 1997, S. 196)
4. Allgemeines pädagogisches Wissen
(Bromme et al., 2006, S. 316)
5. Fachspezifisches pädagogisches Wissen
(Bromme, 1992, S. 97–98, Bromme, 1997, S. 197; Bromme et al., 2006, S. 316)

Fachliches Wissen/ Fachwissen

Zum fachspezifischen Wissen zählen laut Bromme diejenigen Wissensbestände, welche die Lehrkraft in ihrem Fachstudium erworben hat (Bromme, 1997, S. 196).

Die Vermittlung von Fachwissen ist ein wichtiger Bestandteil der Lehrertätigkeit, trotzdem sind quantitative Studien zum Fachwissen der Lehrkräfte im Gegensatz z. B. zum fachdidaktischen Wissen vergleichsweise selten. Empirische Studien zum Fachwissen weisen zudem häufig Mängel auf; beispielsweise werden distale Wissensindikatoren wie staatliche Zertifizierung, Abschlüsse oder die Zahl der besuchten Fachkurse verwendet. „Diese Indikatoren geben keine Auskunft über Inhalt, Struktur und Qualität des fachlichen Wissens und der Erklärungsabstand zu Unterrichtsprozessen sowie zum Lernfortschritt von Schülerinnen und Schülern ist groß“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 490). Insgesamt ist die Befundlage der quantitativen Studien sehr heterogen. Es konnten jedoch, besonders für das Fach Mathematik, Hinweise gefunden werden, dass Schüler höher qualifizierter Lehrkräfte bessere Leistungen zeigen (Baumert & Kunter, 2006, S. 491). In einer Studie von Druva & Anderson (1983) konnte diese Korrelation auch für naturwissenschaftliche Fächer festgestellt werden. Baumert & Kunter (2006) stellen die Ergebnisse qualitativer Studien der letzten 20 Jahre zum Fachwissen von Lehrkräften in ihrem Artikel ausführlich dar und ziehen folgendes Resümee:

„Fasst man diese Ergebnisse zusammen, so drängt sich der Eindruck auf, dass – zumindest im Fach Mathematik – das fachliche Verständnis der unterrichteten Sachverhalte eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung für einen verständnisorientierten Unterricht ist. [...] Fachdidaktisches Wissen scheint sich positiv sowohl auf die Qualität des Unterrichts und der Lerngelegenheiten als auch auf die Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler auszuwirken“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 492).

Curriculares Wissen

Unter curricularem Wissen wird nicht nur reduziertes Fachwissen verstanden, sondern auch Zielvorstellungen über Schule und über Bildung an sich (z. B. Allgemeinbildungskonzeptionen) (Bromme, 1992, S. 96–97). Die konkreten Ziele des Unterrichts entstammen gesellschaftlichen und historisch bedingten Bildungs- und Erziehungszielen, also einem kulturellen Kontext (Terhart, 2004; Aebli, 1987). Es scheint daher sofort einsichtig, dass Lehrkräfte sich in ihrem Fachwissen und im curricularen Wissen voneinander unterscheiden.

In empirischen Studien konnte kein Zusammenhang von curricularem Wissen und Unterrichtserfolg nachgewiesen werden. In einzelnen Fallstudien konnte jedoch gezeigt werden, dass Lehrkräfte, die über ein hohes Maß an curricularem Wissen verfügen, Zusammenhänge aus den Lehrplänen besser hervorheben und schülergerecht aufbereiten. Umgekehrt können Lehrkräfte, die nur über eingeschränkte fachliche Kenntnisse verfügen, weniger Bezüge zwischen verschiedenen Unterrichtsthemen herstellen. Inhaltliche Fehler konnten bei diesen Lehrkräften während des Unterrichts aber nicht häufiger festgestellt werden (Bromme, 1997, S. 194–195). Allerdings stellen Lehrkräfte mit geringerem curricularen Wissen kognitiv weniger fordernde, direkte Fragen an ihre Schüler, während Lehrkräfte mit höherem curricularen Wissen Fragen stellen, die längere und spontane Schüleräußerungen zulassen (Carlsen, 1987). Die Lehrkräfte beeinflussen so durch die verwendete Art der Fragestellungen und das gezeigte Interesse an dem Fachinhalt was im Unterricht gelehrt und was gelernt wird. Das curriculare Wissen stellt somit wie die im Folgenden dargestellte *Philosophie des Schulfaches* eine Form des impliziten Wissens dar.

Philosophie des Schulfaches und epistemologische Überzeugungen

Zur Philosophie eines Faches gehören Auffassungen über den Nutzen seiner Inhalte und über die Beziehung, in denen diese zu anderen Bereichen menschlichen Lebens und Wissens stehen, sowie Überzeugungen, die die Entstehung, die Veränderbarkeit und Begründung des Wissens, das in der Schule unterrichtet wird, betreffen. „Die Philosophie des Schulfaches ist auch impliziter Unterrichtsinhalt“ (Bromme et al., 2006, S. 315).

Durch den Begriff *Philosophie* soll die bewertende Perspektive der Lehrkraft auf die Inhalte des Unterrichts deutlich gemacht werden und sich von rein subjektiven Bevorzungen des einen oder des anderen Inhalts unterscheiden (Bromme, 1997, S. 196). Allerdings lässt sich nicht bei jeder Überzeugung (engl.: belief) einer Lehrkraft zweifelsfrei feststellen, ob es sich um eine bewusste Entscheidung für diese Überzeugung oder aber um einen fachlichen Mangel handelt (Bromme, 1992, S. 99). So lernen Schüler je nach unterrichtender Lehrkraft die Naturwissenschaft z. B. als Ergebnis menschlicher Konstruktion oder als unveränderliche Wahrheit kennen. Die Überzeugung der Lehrkraft beeinflusst auf diese Weise ihr eigenes Handeln im Unterricht und den Lernprozess der Schüler. Die Philosophie des Schulfaches ist daher ein Beispiel für einen normativen Inhaltsbereich des professionellen Wissens. Diese Bewertungen bzw. Wertvorstellungen sind eng an das fachspezifisch pädagogische Wissen und das Fachwissen geknüpft.

In empirischen Studien zur Philosophie des Schulfaches werden durch die Verknüpfung der Inhaltsbereiche des professionellen Wissens häufig nicht trennscharf unterschieden, sondern oft sogar bewusst aufgehoben (Bromme, 1992, S. 98–100), obwohl sie aus kognitionspsychologischer Sicht, besonders das Wissen und die Überzeugungen betreffend, unterschiedliche Konstrukte darstellen. Der Umstand, dass kognitive Aspekte des Professionswissens in vielen Studien von normativ-evaluativen Aspekten der Überzeugungen nicht unterschieden werden, wird in der Literatur seit vielen Jahren kontrovers diskutiert (Abelson, 1979; Fennema & Franke, 1992; Pajares, 1992). Bromme hebt stets hervor, dass die Inhaltsbereiche des professionellen Wissens kognitiv verknüpft sind und nicht unverbunden nebeneinander stehen sowie im Laufe der beruflichen Praxis nach und nach integriert werden (Bromme, 1992, Bromme, 1997). Diese Unterscheidung zwischen Wissen und Überzeugungen wird jedoch selbst in den meisten neueren kognitionspsychologischen Übersichtsartikeln nicht immer streng durchgehalten (Calderhead, 1996; Richardson, 1996; Putnam & Borko, 1996; Munby et al., 2001).

Während es bisher zahlreiche Studien zum Einfluss allgemeiner Vorstellungen der Lehrkräfte über die Naturwissenschaften auf ihren Unterricht (besonders auf die Art der Lehrerklärungen und die Integration von Schüleräußerungen) gibt, existieren nur wenige Untersuchungen, welche die Überzeugungen bezüglich naturwissenschaftlichen Unterrichts, in den Fokus nehmen. Seit einigen Jahren werden diese Art der Überzeugungen unter dem Begriff *epistemologische Überzeugungen* (engl.: epistemological beliefs), die einen vergleichbaren theoretischen Ansatzpunkt besitzen, näher untersucht (vgl. Bromme, 2005; Hofer & Pintrich, 2002; Köller et al., 2000). Epistemologische Überzeugungen stellen individuelle, intuitive Theorien über das „Wesen“ einer Fachwissenschaft dar. Sie bestimmen die Wahrnehmung der Welt, indem sie das Denken und Schlussfolgern, die Informationsverarbeitung, das Lernen und die Motivation beeinflussen (Köller et al., 2000).

In der Forschung zu epistemologischen Überzeugungen wird zwischen *naiven* und *entwickelten Überzeugungen* unterschieden. Naive Überzeugungen spiegeln sich z. B. in der Auffassung wider, dass wissenschaftliches Wissen einer Akkumulation von Fakten entsprechen, während eine entwickelte Überzeugung, wissenschaftliches Wissen als komplex, historisch veränderbar und vorläufig ansieht (Bromme et al., 2006, S. 315). Köller et al. (2000) und Grigutsch et al. (1998) beschreiben in diesem Zusammenhang auch sog. *Weltbilder*. In ihren empirischen Studien zum Mathematik- und Physikunterricht werden sowohl auf Schülerseite als auch auf Lehrerseite Faktoren ermittelt, die entweder ein statisches oder ein dynamisches Bild der Probanden auf die Mathematik widerspiegeln. Das statische Bild ähnelt dabei den genannten naiven Überzeugungen, das dynamische Bild den entwickelten Überzeugungen. Baumert & Kunter (2006, S. 498-499) stellen verschiedene Studien zur Untersuchung des Verhältnisses zwischen epistemologischen Überzeugungen von Lehrkräften, ihren Subjektiven Theorien über Lehren und Lernen, ihren Zielen und ihrem spezifischen Wissen vor. Diesen Studien ist gemeinsam, dass sie Zusammenhänge zwischen den epistemologischen Überzeugungen der Lehrkräfte und der Art der Unterrichtsführung aufzeigen können. Es finden sich Hinweise darauf, dass mit dem Grad eines statischen Bildes, „die Spielräume für Selbständigkeit und mathematisches Denken“ umso geringer ausfallen. Diedrich et al. (2002) können in ihrer Studie zum professionellen Lehrerwissen auf der einen Seite die Facetten des professionellen Wissens nach Bromme replizieren, auf der anderen Seite stellen sie die epistemologischen Überzeugungen auf Grund der gefundenen wechselseitigen Abhängigkeiten ebenfalls zu zwei komplexen „Syndromen“ zusammen: einer statischen und einer dynamischen Sicht

auf die Mathematik. Außerdem finden sie deutliche Hinweise auf Zusammenhänge zwischen einer dynamischen Konzeption von Mathematik als Prozess und den Subjektiven Theorien, die Lehrpersonen über das Lehren und Lernen von Mathematik haben. Die Unterrichtspraxis wird nach Diedrich et al. (2002), von den kognitiven Voraussetzungen, dem Wissen und den Überzeugungen der Lehrkräfte beeinflusst.

Allgemeines pädagogisches Wissen und fachspezifisches pädagogisches Wissen

Das allgemeine pädagogische Wissen bezeichnet denjenigen Inhaltsbereich des professionellen Wissens, der für die Optimierung von Lehr-Lernsituationen wichtig ist, dabei aber nicht domänenspezifisch ist (Bromme, 1992, 1997). Beispiele sind Kenntnisse darüber, wie allgemeine Interaktionsmuster und Arbeitsformen für einen geplanten Unterrichtsablauf im Unterricht eingeführt und aufrecht erhalten werden oder wie mit schwierigen Situationen und Problemfällen umgegangen werden sollte. Vergleichbar zur Philosophie des Schulfaches wird auch eine pädagogische Philosophie beschrieben. Im Gegensatz zur Philosophie des Schulfachs gibt es nur wenige Studien, die sich mit der pädagogischen Philosophie befassen (Bromme, 1997, S. 197) Wegen der fehlenden Domänenspezifität soll hier nicht weiter auf diesen Inhaltsbereich des professionellen Wissen eingegangen werden.

Das fachspezifisch-pädagogische Wissen ermöglicht es der Lehrkraft, Unterrichtsinhalte auszuwählen, diese in eine zeitlich und inhaltlich logische Reihenfolge zu bringen und geeignete Methoden der Darstellung und zur unterrichtlichen Behandlung zu finden. Es handelt sich also um domänenspezifisches Wissen. Die sachlogische Struktur des Fachwissens allein reicht allerdings für sich genommen nicht, um Entscheidungen für die optimale Gestaltung des Unterrichtes zu treffen.

Bromme (1992) bezeichnet das fachspezifisch-pädagogische Wissen als einen „Ordnungsbegriff, der quer zur disziplinären Trennung der Fachwissenschaften liegt“. Dieser stellt die Ordnung zwischen Fachinhalt und dem eigentlichen Lehr- und Lernprozess her (Bromme, 1992, S. 107). Laut Bromme hat die Fachdidaktik die Aufgabe, den Lehrkräften Muster und Hilfen zu liefern. Aber die Integration von allgemeinen pädagogischen, psychologischen und didaktischen Kenntnissen sowie spezifischen und subjektiven Unterrichtserfahrungen findet – durch jede Lehrkraft eigenständig – erst im Laufe des beruflichen Werdegangs statt (Bromme et al., 2006, S. 316). Bromme et al. (2006) fassen empirische Studien zusammen, in denen gezeigt werden konnte, dass die Leistung der Schüler durch Qualität und Umfang des fachspezifisch pädagogischen Wissens der Lehrkräfte vorhergesagt werden kann.

Außerdem lassen sich selbst bei gleichem Curriculum große Variationen im didaktischen Zugang beobachten. In einer Studie von Carpenter et al. (1988) vermissten die Autoren zunächst bei den befragten Lehrkräften das individuelle fachdidaktische Wissen bezüglich der Lösungsstrategien ihrer Schüler beim Lösen von Mathematikaufgaben. Es wurde bemängelt, dass die Lehrkräfte sich eher an oberflächlichen Merkmalen wie der Aufgabenschwierigkeit orientierten als an den Schülerstrategien beim Lösen. Bei näherer Betrachtung zeigte sich aber gerade daran, dass sich die Lehrkräfte nicht in die theoretischen Konzepte der Wissenschaftler einordnen ließen und dass sie reichhaltiges Erfahrungswissen besaßen, dass sie durchaus in der Lage waren Aufgabenschwierigkeiten präzise vorherzusagen. Die Lehrkräfte wenden also sehr wohl fachdidaktisches Wissen an; allerdings handelt es sich dabei eher um ein implizites, intuitives Wissen, welches besonders für erfahrene Lehrkräfte nur schwer artikulierbar ist. Bei berufsunerfahrenen Lehrkräften zeigte sich dieses intuitive Wissen nicht (Bromme et al., 2006, S. 316–317).

Laut Bromme ist „die Verschmelzung von Kenntnissen verschiedener Herkunft [...] das Besondere des professionellen Wissens von Lehrern gegenüber dem kodifizierten Wissen der Fachdisziplinen, in denen sie ausgebildet sind“ (Bromme, 1992, S. 100). Das professionelle Wissen des Lehrers ist nicht einfach eine Addition unterschiedlicher Wissensarten, sondern vielmehr eine von der Lehrkraft selbst orchestrierte Mischung und Integration verschiedener Inhaltsbereiche professionellen Wissens in die eigenen Unterrichtserfahrungen (Bromme, 1992).

Diagnosekompetenz

Die diagnostische Kompetenz stellt eine gegenwärtig stark diskutierte Komponente des professionellen Wissens und Könnens von Lehrkräften dar. Es wird angenommen, dass die Diagnosekompetenz, besonders die Kompetenz zur Leistungsdiagnose, vom fachdidaktischen Wissen einer Lehrkraft abhängig ist (Baumert & Kunter, 2006, S. 489). Als Diagnosekompetenz gilt die Fähigkeit eines Urteilers, Personen treffend zu beurteilen (Schrader, 2001). Die Diagnosekompetenz von Lehrkräften schließt neben der Zensurengebung auch eine aktuelle Beurteilung während des Unterrichtsgeschehens sowie die Wahrnehmung von individuellen Schülervorstellungen, Lernstrategien und Verständnisschwierigkeiten ein. Aktuell wird angenommen, dass es sich bei der Diagnosekompetenz um eine domänenspezifische Kompetenz handelt, in der sich Lehrkräfte voneinander unterscheiden können (Helmke, 2003).

Diagnosekompetenz kann die Lernleistung der Schüler erhöhen, wobei eine ausgereifte Diagnosekompetenz nicht unmittelbar einer Steigerung der Schülerleistungen entspricht (Bromme et al., 2006, S. 318). Schrader (1989) wies nach, dass sich bei vorhandener hoher Diagnosekompetenz durch einen Einsatz von vielen Strukturierungshilfen der Lernerfolg von Schülern steigern lässt. Hohe Diagnosekompetenz heißt in diesem Zusammenhang, dass die Lehrkräfte gut über die Leistungsunterschiede zwischen ihren Schülern informiert sind. Bei geringer diagnostischer Kompetenz seitens der Lehrkraft haben Strukturierungshilfen einen ungünstigen Einfluss auf den Lernerfolg der Schüler. Fatal wirkt sich aus, wenn Strukturierungshilfen trotz diagnostischer Kompetenz nicht gegeben werden.

Die Diagnosekompetenz der Lehrkräfte in Deutschland stand infolge der PISA-Zusatzstudie 2000 (Deutsches-PISA-Konsortium) in der Kritik. In dieser Studie wurden Klassen- bzw. Deutschlehrer vor der Durchführung der Lesetests zur Lesefähigkeit ihrer Schüler befragt. Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass die Lehrkräfte nahezu 90% der Schüler, die nur sehr schlecht lesen können — d. h. die erste Kompetenzstufe nicht erreichen — nicht erkannt haben. Diese Ergebnisse wurden im Anschluss an die Studie kontrovers diskutiert, da die beteiligten Lehrkräfte nur unzureichend über die zugrunde liegenden Konstrukte informiert waren (Helmke, 2003, S. 91). Spinath (2005) weist in ihrer Studie zunächst darauf hin, dass in der Mehrzahl aller Studien Lehrkräfte die Leistung ihrer Schüler gut diagnostizieren. In ihrer Studie untersucht sie, inwiefern Lehrkräfte lern- und leistungsrelevante Merkmale von Schülern akkurat einschätzen und ob sie generell diagnostische Kompetenz besitzen. Zu diesem Zweck wurden die Intelligenz, Selbstwahrnehmung der Fähigkeiten, Motivation und Schulangst von Grundschulern erhoben und die Klassenlehrer gebeten, diese Schülermerkmale einzuschätzen. Es zeigte sich nur eine geringe Genauigkeit der Einschätzung bzgl. der genannten Merkmale. Die Autorin der Studie zieht sogar den Schluss, dass der Begriff der diagnostischen Kompetenz, soweit damit die Fähigkeit zur treffenden Personenbeurteilung gemeint ist, vermieden werden sollte.

2.2 Subjektive Theorien von Lehrkräften

Lehrkräfte verfügen über ihr fachliches Wissen hinaus über subjektiv-theoretische Wissensbestände bezüglich Schüler und deren Lernprozesse, über Lehrmethoden und Lernziele, ihre allgemeinen Zielvorstellungen, die sie im Unterricht verfolgen, die Wahrnehmung und Deutung von Unterrichtssituationen sowie über das eigene Handeln und das Handeln verschiedener Bezugspersonen. Diese *Subjektiven Theorien* beeinflussen die an die Schüler gerichteten Erwartungen und auch das professionelle Handeln der Lehrkräfte. Bei der alltäglichen Arbeit ist das Benutzen dieser subjektiv-theoretischen Wissensbestände unabdingbar, weshalb diese Theorien als Basis für das Lehrerhandeln angesehen werden (Dann, 1994, S. 163; Groeben et al., 1988; Schoenfeld, 1998; Wahl, 1991).

2.2.1 Handlungsleitende Kognitionen vs. Subjektive Theorien

Das Handeln von Lehrkräften wird durch die im vorhergehenden Kapitel 2.1. (S. 12) dargestellten handlungsleitenden Kognitionen der Lehrkräfte als auch durch ihre Subjektiven Theorien bestimmt. Die Abgrenzung zwischen den Begriffen *handlungsleitende Kognitionen* und *Subjektive Theorien*, aber auch zwischen den *Einstellungen* und *Überzeugungen* der Lehrkräfte fällt dabei nicht leicht. Vergleicht man Quellen zu diesem Thema fallen durchaus unterschiedliche Verwendungen der Begriffe auf. Leuchter et al. (2006) schlagen daher eine sehr plausible Unterscheidung zwischen verhaltensfernen (allgemeineren) und verhaltensnahen (spezifischen) Kognitionen vor. Diese Unterscheidung geht bereits auf Alisch (1981) zurück.

Unter den *verhaltensfernen* Kognitionen fassen Leuchter et al. (2006) Subjektive Theorien von Lehrkräften und deren Überzeugungen zusammen. Verhaltensferne Kognitionen „sind auf einer allgemeinen Ebene absichts- und handlungsleitend, entfalten aber in konkreten Situationen nicht zwingend Wirkung. Im Forschungskontext werden Überzeugungen häufig in Interviews mittels Strukturlegetechniken oder per Fragebogen ermittelt“ (Leuchter et al., 2006, S. 566).

Verhaltensnahe Kognitionen stellen handlungsleitende Kognitionen dar. „Sie sind im Moment des Handelns wirksam, mit diesem gekoppelt und situativ gebunden sowie mit der individuellen Erfahrung verknüpft. Methodisch erfolgen Erhebungen handlungsleitender Kognitionen meist retrospektiv“ (Leuchter et al., 2006, S. 566).

Diese Art der Unterscheidung in verhaltensferne (allgemeinere) und verhaltensnahe (spezifische) Kognitionen erscheint im Hinblick auf die Ziele der vorliegende Studie

allerdings nicht notwendig. Bei den im Rahmen der vorliegenden Studie zu identifizierenden und zu beschreibenden *prototypischen Routinen* der Lehrkräfte handelt es sich um Routinen (s. Kapitel 2.3.4, S. 58). Diese sind per Definition sowohl durch allgemeine als auch durch spezifische Kognitionen gekennzeichnet (s. Kapitel 2.3, Bromme, 1992).

2.2.2 Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien

Im *Forschungsprogramm Subjektive Theorien* (Groeben et al., 1988) sollen systematisch handlungsrelevante Bestandteile des Wissens rekonstruiert werden, wobei, im Gegensatz z. B. zur Lehrerattributionsforschung jedoch nicht von einem wissenschaftlich konstruierten Modell ausgegangen wird, sondern umgekehrt, es wird von den Äußerungen der Lehrkräfte auf überdauernde kognitive Strukturen geschlossen (Bromme et al., 2006, S. 319).

Erste Forschungsansätze zu Subjektiven Theorien entstanden vor etwas mehr als 30 Jahren. Als Ausgangspunkt für das neue Forschungsprogramm diente die naive Verhaltenstheorie von Laucken & Kaminski (1974) mit dem Ziel, einen Beitrag für die Unterrichtspraxis zu leisten (Schlee & Wahl, 1987). Auf der Suche nach psychologischen Theorien, die besonders das unterrichtliche Handeln von Lehrkräften sowohl steuern als auch rechtfertigen, sollten Subjektive Theorien die Selbst- und Weltsicht von Individuen aufklären. Die Erforschung der Subjektiven Theorien sollte eine kognitive Innensicht der Lehrkräfte offenbaren und die unterrichtliche Situation darstellen, wie die Lehrkraft sie wahrnimmt und subjektiv empfindet (Mandl & Huber, 1982). Somit befasst sich dieses Forschungsprogramm nahezu ausschließlich mit der intrapersonellen Ebene.

Die Subjektiven Theorien sind besonders in den 1980er und 1990er Jahren zu einem bevorzugten Forschungsgegenstand der Pädagogischen Psychologie und der Empirischen Pädagogik geworden. Dabei findet man oft auch die Bezeichnungen ‚Teacher Thinking‘, ‚Denkprozesse von Lehrern‘ oder ‚Lehrerkognitionen‘ (Dann, 1994). Zu dieser Zeit wurden im deutschsprachigen Raum, allerdings unter Verwendung teilweise unterschiedlicher theoretischer und methodologischer Ansätze, auch folgende Begriffe zur Erforschung von allgemeinen Lehrervorstellungen verwendet: ‚Handlungsorientierung‘, ‚Professionelles Wissen‘, ‚Innere Modelle‘, ‚Überzeugungen‘, ‚Epistemologische Überzeugungen‘, ‚implizite Theorien‘, ‚Naive Verhaltenstheorien‘, ‚Unterrichtstheorien‘, ‚Alltagswissen‘. Im englischen Sprachraum findet man die

Bezeichnung ‚Teacher’s Beliefs‘, ‚Teacher’s Perceptions‘ und ‚Teacher’s Thought Processes‘ (Jonas-Ahrend, 2004, S. 50).

Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien hat dabei in erster Linie folgende Untersuchungsschwerpunkte (Dann, 1994, S. 168):

1. Zur Klärung der Struktur Subjektiver Theorien sollen die verschiedenen Wissensarten und -formen oder Prototypen des Wissens unterschieden werden. Dazu sind geeignete Methoden zu entwickeln. Die zentrale Frage dabei ist, wie das Wissen organisiert ist.
2. Die Funktion der Subjektiven Theorien im Berufsalltag soll aufgeklärt werden. Besonderer Fokus sollte dabei auf der Untersuchung der handlungssteuernden und handlungsrechtfertigenden Funktion Subjektiver Theorien liegen. Die zentrale Frage hier ist, wie das Wissen Anwendung im Alltag findet.
3. Es soll untersucht werden, wie das berufliche Wissen erworben, ausgebaut und entwickelt wird. Zusätzlich stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage nach der Veränderung der Subjektiven Theorien.

Dann (1994) fordert zusätzlich über die rein deskriptive Beschreibung Subjektiver Theorien hinaus, im Interesse der Optimierung der Berufspraxis, dass im Forschungsfeld der Subjektiven Theorien angelegte Studien auch zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Lehrkräften unterscheiden.

Das Besondere am Forschungsprogramm Subjektive Theorien im Gegensatz zu anderen Forschungszweigen besteht in einer spezifischen Menschenbildannahme. Der Mensch wird „nicht als mechanisch reagierend und durch Umweltreize determiniert, sondern als potentiell autonom, aktiv konstruierend und reflexiv [verstanden]. Menschen bilden und verwerfen demnach Hypothesen, sie entwickeln Konzepte und kognitive Schemata; diese internen Prozesse und Strukturen steuern ihr Handeln“ (Groeben et al., 1988, S. 13). Bei Dann (1994) lassen sich die allgemeinen Grundannahmen zum Forschungsprogramm Subjektive Theorien als Zusammenfassung vieler Publikationen nachlesen. Zusammenfassend geht Dann (1994) bei Lehrkräften von autonom und verantwortlich handelnden Personen aus, die zielgerichtet vorgehen, ihren Handlungsraum aktiv-kognitiv strukturieren und sich dadurch professionelles Wissen aufbauen, in welches auch überindividuelle gesellschaftliche Wissensbestände einfließen.

2.2.3 Begriffsdefinition Subjektive Theorien

Groeben et al. (1988) formulieren folgende Kennzeichen für das Konstrukt Subjektive Theorien:

1. Handelnde verfügen über Kognitionen der Selbst- und Weltsicht.
2. Subjektive Theorien sind im Dialog-Konsens aktualisierbar und rekonstruierbar.
3. Subjektive Theorien sind ein komplexer Zusammenschluss mit teils bewusster, teils unbewusster Argumentationsstruktur.
4. Subjektive Theorien weisen parallele Funktionen zu objektiven (wissenschaftlichen) Theorien auf.
5. Diese Funktionen umfassen Erklärung, Prognose und Technologie.
6. Die Akzeptierbarkeit der oben genannten Funktionen ist als ‚objektive‘ Erkenntnis zu prüfen.

Diese Aufstellung stellt die *enge Variante* der Begriffsexplikation dar. Groeben et al. (1988) formulierten auch eine *weite Variante* dieses Konzepts. Diese unterscheidet sich von der engeren Variante in der Hinsicht, dass der Konsens-Dialog zwischen Interviewer und Proband (Punkt 2) sowie die Prüfbarkeit der Akzeptierbarkeit der beschriebenen Funktionen als ‚objektive‘ Erkenntnis (Punkt 6) entfallen.

Groeben et al. (1988) selbst bevorzugen die engere Variante, da sie die zugrunde liegenden Menschenbildannahmen noch stärker in der Vordergrund stellt. Sie nennen die weite Variante eine vorläufige Version. Die weite Variante wird bei den meisten empirischen Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprogramms Subjektive Theorien bevorzugt, da bei der engen Variante alle methodischen Verfahren entfallen, die nicht in einem dialogischen Konsens zwischen Forscher und Proband erhoben werden.

Dann (1994) hält unter Einbezug verschiedener Autoren folgende „Arbeitsdefinition“ über Subjektive Theorien fest:

1. Als Subjektive Theorien werden relativ stabile kognitive Strukturen (mentale Repräsentationen) aufgefasst, die allerdings auf Grund von Erfahrung Veränderungen unterliegen können. Dadurch lassen sie sich von momentanen, bewussten Kognitionen abgrenzen, die lediglich aktualisierte Manifestationen Subjektiver Theorien oder anderer Wissensbestände sein können.
2. Manche Subjektiven Theorien sind dem handelnden Subjekt bewusst, sodass eine Kommunikation darüber möglich ist. Dies gilt aber nur unter bestimmten

Voraussetzungen, beispielsweise wenn das Handeln zielgerichtet sowie häufig erfolgt und eine Bedeutung für den Handlungsträger beinhaltet. Meist handelt es sich bei Subjektiven Theorien um implizite, nicht bewusstseinsfähige Selbstverständlichkeiten oder unreflektierte Überzeugungen.

3. Subjektive Theorien besitzen ähnlich strukturelle Eigenschaften wie wissenschaftliche Theorien. Sie enthalten eine zumindest implizite Argumentationsstruktur (z. B. Wenn-dann-Beziehungen).
4. Subjektive Theorien ähneln wissenschaftlichen Theorien in folgenden Funktionen: (a) der Situationsdefinition i. S. einer Realitätskonstituierung, (b) der nachträglichen Erklärung (oftmals auch der Rechtfertigung) eingetretener Ereignisse, (c) der Vorhersage (bzw. der Erwartung) künftiger Ereignisse, (d) der Generierung von Handlungsentwürfen oder Handlungsempfehlungen zur Herbeiführung erwünschter oder Vermeidung unerwünschter Ereignisse.
5. Subjektiven Theorien kommt eine handlungsleitende oder handlungssteuernde Funktion zu. Handlungsleitende Kognitionen sind dementsprechend in bestimmten Situationen aktivierte subjektive Theoriestrukturen. Sie beeinflussen so, zusammen mit anderen (z. B. emotionalen) Faktoren, das beobachtbare Verhalten im Rahmen zielgerichteten Handelns.

2.2.4 Methoden zur Rekonstruktion Subjektiver Theorien

Ziel der Erforschung der Subjektiven Theorien von Lehrkräften ist zu erfahren, „was den Lehrkräften in speziellen Schulsituationen durch den Kopf geht“ (Bromme et al., 2006, S. 393). D. h. es soll erhoben werden, welche ihrer Vorstellungen handlungswirksam sind oder prinzipiell handlungswirksam werden könnten. Mit Hilfe geeigneter Methoden wird die von der Lehrkraft konstruierte Weltsicht – in Anlehnung an wissenschaftliche Theorien – intersubjektiv nachvollziehbar reflektiert. Diesen Prozess der Erfassung Subjektiver Theorien nennt man Rekonstruktion.

Folgende Methoden sind in Untersuchungen zur Rekonstruktion Subjektiver Theorien verbreitet:

- Fragebogen (s. Kapitel 2.2.4.1)
- Interview (s. Kapitel 2.2.4.2)
 - Lautes Denken (s. Kapitel 2.2.4.3)
 - Nachträgliches lautes Denken (Stimulated Recall Interview) (s. Kapitel 2.2.4.4)
- Struktur-Lege-Techniken (s. Kapitel 2.2.4.5)
- Repertory Grid Verfahren (Repgrids) und Concept-Mapping (s. Kapitel 2.2.4.6)

In den meisten Untersuchungen werden Interviews und Fragebögen verwendet. Diese werden im Folgenden näher dargestellt. Die Auswahl der zur Erhebung von Subjektiven Theorien verwendeten Methoden sollte stets sorgfältig auf Grundlage der gestellten Untersuchungsfragen oder Ziele der jeweiligen Untersuchung erfolgen, denn keine der im Folgenden dargestellten Methoden ist uneingeschränkt für die Erhebung Subjektiver Theorien zu empfehlen.

2.2.4.1 *Fragebogen*

Fragebögen und Interviews eignen sich gleichermaßen zur Erhebung von individuellen oder gruppenbezogenen Ansichten und Einstellungen von Lehrkräften. Der Einsatz der jeweiligen Methode ist auf der einen Seite von Forschungshintergrund und Ziel der jeweiligen Studie abhängig. Auf der anderen Seite ist auch die teilnehmende Probandenzahl für die Wahl der Methode bestimmend: häufig ist die Probandenzahl bei Interviewstudien deutlich geringer als bei Fragebogenstudien. Hier liegt einer der zentralen Vorteile der Datenerhebung mittels Fragebogen, wenn sich eine statistische Auswertung anschließen soll. Vorteilhaft beim Einsatz von Fragebögen ist, dass durch die Vorstrukturierung viele Daten innerhalb kürzester Zeit erhoben werden können, und diese dann auch untereinander vergleichbar sind. Die erhobenen Lehrervorstellungen können verallgemeinert und generalisiert werden, um daraus weitreichende Vorstellungsmuster abzuleiten, die möglichst theorieähnliche Strukturen besitzen. Diese Verallgemeinerungen können mit den vergleichsweise kleineren Stichprobengrößen der Interviewstudien nur in seltenen Fällen (z. B. im Rahmen größerer Forschungsprojekte) gelingen. Voraussetzung dafür ist, dass die eingesetzten Fragebögen so klar und eindeutig zu verstehen und gegliedert sind, dass möglichst keine unterschiedlichen Interpretationen der verwendeten Begriffe möglich sind, d.h. dass möglichst schon im Vorhinein Konsens über die Bedeutung und die Verwendung der

eingesetzten Begriffe zwischen Fragendem und Befragtem besteht. Diese grundlegende Forderung im Forschungsprogramm Subjektive Theorien ist in der Praxis jedoch nicht immer gewährleistet, so dass die Gefahr von Missverständnissen bei der Interpretation der Begriffe besteht. Sollten größere Missverständnisse zwischen dem Fragenden und Befragten auftreten, sind diese, anders als bei der Durchführung eines Interviews, nicht ohne Weiteres auszuräumen, da der Fragende üblicherweise nicht vor Ort ist. Daher wird den Untersuchungen, die Subjektive Theorien der Lehrkräfte mittels Fragebögen erheben, vorgeworfen, dass die erhobenen Vorstellungen oft nicht die tatsächlichen Handlungsorientierungen der Lehrkräfte darstellen.

Zusätzlich ist es mit Hilfe eines Fragebogens im Vergleich zum Interview weniger gut möglich variabel auf die von den befragten Lehrkräften geäußerten Vorstellungen zum untersuchten Gegenstand zu reagieren. Abhilfe schaffen hier der Einsatz unterschiedlicher Frage- und Antwortformate und die mehrmalige Wiederholung desselben Inhalts in jeweils unterschiedlich formulierten Fragestellungen. Eine kurze Übersicht von Artikeln zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Fragebogen zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1 Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Fragebogen (vgl. Fischler, 2001b)

Methode	Projekt	Inhaltliche oder methodische Schwerpunkte
Fragebogen mit offenen Fragen	Aguirre & Haggerty, 1990; Aguirre et al., 1990	Conceptions of teaching, of learning and of the nature of science
	Gurney, 1995	Fragen nach Metaphern für das Lehren und Lernen
Fragebogen mit Bezügen zu Unterrichtssituationen	Hewson & Hewson, 1987	Vorgabe einer problematischen Unterrichtssituation
	Tillema, 1994, Tillema, 2000	Kombination aus zu beurteilenden Statements und Präsentation einer problemhaltigen Situation

2.2.4.2 Interview

Interviews lassen sich außer im journalistischen und medizinischen Bereich in vielen Bereichen der Psychologie und besonders in der Sozialpsychologie finden. Dort dienen sie vor allem der Aufklärung von Denkprozessen oder motivationalen Aspekten. Eine einheitliche Definition von Interviews ist jedoch schwierig, da sich eine große Fülle von

Klassifikationen und Modifikationen von Interviews finden lässt. An dieser Stelle wird jedoch nicht weiter auf diese Problematik eingegangen. Eine häufige Klassifizierung ist die Einteilung der Interviews nach ihrem Grad der Standardisierung. Vollständig standardisierte Interviews werden meist am Ende der Untersuchung eingesetzt, da durch die Formulierung der Fragen, die Fragenreihenfolge sowie die Antwortmöglichkeiten im Vergleich zu anderen Interviewformen relativ leicht sogar quantifizierbare Daten gewonnen werden können. In Untersuchungen zur Erhebung Subjektiver Theorien werden standardisierte Interviews jedoch selten verwendet, da sich der Interviewer selbst nicht in das Gespräch einbringen darf, um so den Interviewten nicht suggestiv zu beeinflussen. Somit ist ein Dialog-Konsens zwischen Interviewer und Befragtem nicht vorgesehen. Für die qualitative empirische Sozialforschung und somit auch zur Erhebung von Vorstellungen von Lehrkräften hat sich als Erhebungsmethode vorwiegend das halbstandardisierte bzw. das unstrukturierte Interview auf der Basis eines Gesprächsleitfadens durchgesetzt. Vorteile des halbstandardisierten und des unstrukturierten Interviews ist die relative Handlungsnähe, die es erlaubt Vorstellungen von Lehrkräften zu erheben, die der eigenen Unterrichtspraxis entstammen. Die Möglichkeit, dass die genannten Äußerungen lediglich die Idealvorstellungen der Lehrkraft oder die Erwartungen des Interviewers widerspiegeln ist auch bei dieser Art der Erhebungsmethode gegeben. Eine kurze Übersicht von Artikeln zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Interview zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2 Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Interview (vgl. Fischler, 2001b)

Methode	Projekt	Inhaltliche oder methodische Schwerpunkte
Interview (strukturiert)	Koballa et al., 2000	Fragen an Lehrerstudenden der Chemie
	Labudde, 2000	Fragen nach konstruktivistischer Orientierung der Lehrer

2.2.4.3 *Lautes Denken*

Ebenfalls häufig verwendete Interviewmethoden sind *lautes Denken* und *nachträgliches lautes Denken (Stimulated Recall Interview)* nach Calderhead (1981). Bei der Methode des lauten Denkens werden die Lehrkräfte gebeten, ihre Gedanken zum geplanten Unterricht zu äußern. Anschließend werden diese auf Tonband aufgezeichnet, transkribiert und ausgewertet. Bromme (1981) zeigte an einem Beispiel wie lautes

Denken zur Erhebung von Vorstellungen und didaktischen Erwägungen zur Unterrichtsplanung verwendet werden kann. Bromme & Hömberg (1981, 1992) führten lautes Denken und Interviews mit berufserfahrenen Mathematiklehrern durch, wobei sie zu dem Ergebnis kamen, dass diese sich bei der Unterrichtsplanung weitgehend auf die Auswahl und Abfolge mathematischer Aufgaben konzentrieren, jedoch kaum didaktische Erwägungen eine Rolle spielten. Im Rahmen dieser Untersuchungen weisen sie darauf hin, dass die Methode des lauten Denkens nur zur Erhebung von Unterrichtsplanung geeignet sei, Vorstellungen während des Unterrichtsprozesses könnten mit dieser Methode nicht erhoben werden (Bromme & Hömberg, 1980).

2.2.4.4 *Nachträgliches lautes Denken*

Beim *nachträgliches lauten Denken* oder *Stimulated Recall Interview* handelt es sich um die am weitesten verbreitete Interviewmethode zur Erhebung der Subjektiven Theorien von Lehrkräften. Dabei wird den Lehrkräften ihr eigener, videografierter Unterricht gezeigt oder in transkribierter Form vorgelegt. Anschließend werden sie gefragt, welche Ideen oder Gedanken sie zu ihrem Handeln veranlasste. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist die im Vergleich zu anderen Methoden große Handlungsnähe. Dieses Verfahren ist jedoch sehr aufwändig, da von jeder Lehrkraft videografierter Unterricht zur Verfügung stehen muss. Außerdem besteht der Nachteil, dass sich der für das Stimulated Recall Interview videografierte Unterricht nur schwer systematisch auswerten lässt, da sich die Unterrichtsvideos der Lehrkräfte häufig stark inhaltlich und methodisch unterscheiden. Um diesen Nachteil zu umgehen und um die Standardisierung der Messmethodik zu gewährleisten, wird den Lehrkräften daher fremder videografierter Unterricht gezeigt. Anschließend werden die Lehrkräfte gebeten, zu den gezeigten, oft problembehafteten, Unterrichtsvideos Stellung zu beziehen oder Lösungsvorschläge zu geben. Äußern sich die Lehrkräfte zu den fremden Unterrichtsvignetten, besteht, ähnlich wie beim Einsatz von Fragebögen, das Problem, dass die geäußerten Lehrervorstellungen nicht denjenigen Subjektiven Theorien entstammen, die auch tatsächlich in Handlungen umgesetzt werden. Auch bei diesem Verfahren kommt es vor, dass die Lehrkräfte ihre Idealvorstellungen von Unterricht oder die Vorstellungen des Interviewers wiedergeben. Daher sollte es der Interviewer stets vermeiden, vor allem bei der Gesprächsvorbereitung, die Angaben der befragten Lehrkraft zu kommentieren, zu bewerten oder zu korrigieren. Nach Calderhead (1981) müssen beim Stimulated Recall Interview noch weitere Probleme, welche die Qualität der Aussagen von Lehrkräften

beeinflussen, berücksichtigt werden. So stellt die unterschiedliche Ausführlichkeit der Aussagen der Lehrkräfte ein Problem bei der Auswertung und Kategorisierung dar. Vor allem ist es ein Problem, dass nicht allen Lehrkräften ihre handlungsbestimmenden Vorstellungen gleichermaßen bewusst sind. Nisbett & Wilson (1977) stellen prinzipiell, nicht nur im Bezug auf das Stimulated Recall Interview, in Frage, ob nachträgliche Rekonstruktionen höherer kognitiver Prozesse überhaupt möglich sind. Auf der Grundlage zahlreicher Untersuchungen kommen sie zu der Annahme, dass lediglich die Ergebnisse höherer kognitiver Prozesse bewusst zugänglich sind, nicht jedoch der Prozess selbst. Die Probanden seien sich weder der Umstände, die eine Handlung auslösen, der Verfügbarkeit verschiedener Handlungen noch des Auslösers ihrer Handlungen bewusst. Ericsson & Simon (1980) widersprechen dieser Auffassung, da die von Nisbett & Wilson (1977) angeführten Evidenzen nicht deutlich genug expliziert werden, und halten das Stimulated Recall Interview, auch in evidenzbasierter Form, für eine gut geeignete Methode, um die auch auf andere Weise nur schwer zugängigen kognitiven Prozesse zu erheben. Diese Auffassung vertritt von Cranach (1983) ebenfalls, indem er empirisch und theoretisch begründet, dass handlungsleitende Kognitionen bewusste Gedanken darstellen und nicht nur zufällig mit Handlungen verknüpft sind. Eine kurze Übersicht von Artikeln zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels SRI zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3 Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels SRI (vgl. Fischler, 2001b)

Methode	Projekt	Inhaltliche oder methodische Schwerpunkte
Interview mit präsentierten Unterrichtsszenen	Hewson et al., 1995	Verbale Beschreibungen: Interview about instances of science teaching
	Freire & Sanches, 1992	Vorlage von Unterrichtsplänen zur Kommentierung
	Fischler, 2001a	Standardisierte videografierte Unterrichtsszenen mit strukturiertem Interview

2.2.4.5 *Struktur-Lege-Techniken*

Nicht nur die Rekonstruktion, sondern auch die Validierung Subjektiver Theorien spielt eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, Lehrervorstellungen mit generalisierter, allgemeiner Reichweite zu beschreiben. Dabei sind zwei Schritte zur Validierung möglich bzw. notwendig: Einerseits die kommunikative Validierung und andererseits die Handlungsvalidierung (explanative Validierung). Durch diese beiden Validierungsschritte lässt sich eine Verbindung von hermeneutischem Verstehen und empirischem Erklären herstellen (Schlee, 1998).

Bei der kommunikativen Validierung werden der Lehrkraft die Ergebnisse der Rekonstruktion vorgelegt und sie wird danach gefragt, ob diese Ergebnisse zutreffend sind. Durch eine Handlungsvalidierung wird versucht, die zuvor rekonstruierten Theorien im Unterricht der Lehrkraft zu bestätigen. Zur kommunikativen Validierung haben sich neben anderen, insbesondere zwei verschiedene Struktur-Lege-Techniken, die Heidelberger Struktur-Lege-Technik (SLT) und eine einfachere Version, die „Interview- und Legetechnik zur Rekonstruktionen kognitiver Handlungsstrukturen (ILKHA)“, als zweckmäßig erwiesen (Dann, 1992; Dann & Barth, 1995; Groeben et al., 1988; Krause & Dann, 1986). Mit der ILKHA ist es möglich, längere Sequenzen von Vorstellungen zu erfassen. Es handelt sich um ein zweischrittiges Verfahren, bei dem zunächst in einem Interview die Vorstellungen, die sog. Innensicht-Perspektive erfasst, und im Dialog mit dem Befragten als zutreffend abgesichert werden. In einem zweiten Schritt werden die Texte in eine Struktur gebracht, meist in Form von Schaubildern, die aus Textkärtchen bestehen, auf denen die zuvor erfassten Vorstellungen geschrieben stehen. Die Textkärtchen enthalten sowohl die subjektiven Konzepte als auch mögliche Relationen der Konzepte untereinander. Der Befragte soll, unter vorgegebenen Zuordnungsregeln, die Kärtchen so lange hin und her schieben oder aneinander reihen, bis sie die Struktur der untersuchten Situation seiner Meinung nach optimal abbilden. Ziel ist es, die Relation und Struktur der einzelnen Theorien der Lehrkräfte im Ganzen darzustellen, da sich aus diesen Zuordnungen, in Verbindung mit den rekonstruierten Vorstellungen, die tatsächlichen handlungsleitenden Subjektiven Theorien besser erklären lassen.

Die Handlungsvalidierung besitzt methodisch eine höhere Bedeutung als die kommunikative Validierung. Dies liegt daran, dass bei der Handlungsvalidierung im Gegensatz zur kommunikativen Validierung die soziale Erwünschtheit bei den Äußerungen der Befragten eine geringere Rolle spielt. Auch bei methodisch

einwandfreier Erfassung von Lehrerkognitionen kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Äußerungen der befragten Lehrkräfte Rechtfertigungen, Idealvorstellungen oder sozial erwünschte Äußerungen enthalten (Fischler, 2001b). Durch die Handlungsvalidierung ist es möglich, sicherzustellen, dass es sich bei den erfassten Vorstellungen nicht um bloße „Artefakte der Untersuchungsmethode“ handelt, sondern dass die erfassten Kognitionen tatsächlich handlungssteuernd beteiligt sind (Wahl, 1994). Die Handlungsvalidierung ist somit eine notwendige Voraussetzung, um die erfassten Vorstellungen im Anschluss mit anderen Merkmalen des Lehr-Lern-Prozesses in Beziehung zu setzen.

Nach Schlee (1998) ist die Erhebung der Subjektiven Theorien mittels der Struktur-Lege-Technik auch noch in weiterer Hinsicht interessant. Alle Personen, deren Subjektiven Theorien auf die zuvor beschriebene Weise erhoben wurden, berichteten, dass die Visualisierung ihrer Vorstellungen für sie einen persönlichen Gewinn darstellte. Die Rekonstruktion Subjektiver Theorien dient somit nicht nur als innere Diagnose, sondern auch als eine „Intervention zur Förderung von Reflexivität und Rationalität“ (Schlee, 1998, S. 77). Die Struktur-Lege-Technik liefert den Lehrkräften Explikationshilfen, welche die Bewusstheit und Selbsterklärung ihrer eigenen Subjektiven Theorien unterstützen. Dadurch gewinnt die Lehrkraft Orientierungs- und Handlungssicherheit, die als Grundlage zur Veränderung ihrer Vorstellungen dienen kann.

Eine weitere Möglichkeit der Handlungs- bzw. Prognosevalidierung, die auch in naturwissenschaftlichen Forschungsprojekten Verwendung findet, ist die Vorhersage von Handlungen der Lehrkräfte im Unterricht auf der Grundlage der zuvor rekonstruierten Subjektiven Theorien (Vorhersage-Validität). Die Vorhersage-Validität ist dann gegeben, wenn das Verhalten der befragten Personen zuverlässig vorhergesagt werden kann (Fischler, 2001b). Eine kurze Übersicht von Artikeln zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels SRI zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4 Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen und deren Handlungsvalidierung (vgl. Fischler, 2001b)

Methode	Projekt	Inhaltliche oder methodische Schwerpunkte
Erfassung von Vorstellungen und ihre Handlungsvalidierung	Prenzel et al., 2001	Interview, Fragebogen und videografiertes Unterricht
	Fischer et al., 2001	Interview und videografiertes Unterricht, Möglichkeiten der Veränderung von Vorstellungen
	Fischler, 2001a	

2.2.4.6 Repertory Grid Verfahren und Concept-Mapping

Repertory Grid Verfahren oder auch *Repertory Grids (Repgrids)* und *Concept-Mapping-Techniken* und deren Variationen sind ebenfalls geeignete Methoden, um für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer Lehrervorstellungen zu erfassen, zu strukturieren und darzustellen (Fischler, 2000b).

Concept-Maps stellen im Vergleich zu Repgrids und offenen Antwortformaten eine arbeitsökonomische Methode dar, besonders wenn es darum geht, videografierte Unterrichtsstunden auszuwerten. Ziel bei der Verwendung von Concept-Maps zur Erhebung von Lehrervorstellungen ist die Darstellung der Struktur des Wissens der befragten Lehrkraft. Concept-Maps sind weniger geeignet, die subjektive Sicht einer Lehrkraft zu einem bestimmten Unterrichtsthema zu erfassen.

Hierfür bietet sich die Verwendung des Repertory Grid Verfahrens an. Das Repertory Grid Verfahren wurde in der psychologischen Diagnostik, in der pädagogischen Psychologie, und auch im Forschungsbereich zu Schülervorstellungen für die Erhebung von Vorstellungen adaptiert. Die Erhebung von Lehrervorstellungen mittels Repertory Grids geht auf die *persönliche Konstrukt Theorie* von Kelly (1955) zurück. Nach Kelly (1955) ist das Wahrnehmen und Begreifen der Umwelt durch Personen ein aktiver, individueller Konstruktionsprozess. Die Welt wird auf der Grundlage von Ähnlichkeiten und Unterschieden von Ereignissen oder Dingen in *Elemente* eingeteilt und die Benennung erfolgt in Form von *Konstrukten*. Kelly (1955) entwickelte zur Bestimmung der subjektiven Sicht einer Person das Repertory Grid Verfahren, eine spezielle Interviewform, mit deren Hilfe eine vollständige Matrix von Konstrukt-Element-Verknüpfungen der befragten Person erstellt werden kann. Diese Matrix wird Repertory Grid genannt. Ein Beispiel für den Einsatz eines Repertory Grids zeigt Fischler (2000). In einem ersten Schritt wurden Lehramtsstudenten nach Ihren didaktischen Intentionen befragt, d. h. wie Sie ihren Unterricht gestalten würden. Aus den genannten

Handlungsprinzipien wurde anschließend eine Elementliste erstellt. Im darauf folgenden Untersuchungsschritt wurden die Konstrukte zu den erhobenen Elementen ermittelt. Die Lehramtsstudenten wurden zu diesem Zweck gebeten, zunächst diejenigen Schülerqualifikationen zu nennen, die mit den genannten didaktischen Intentionen gut erreicht werden können oder weniger erreicht werden können. Anschließend sollten sie auf einer siebenstufigen Skala einschätzen, wie sehr die einzelnen didaktischen Absichten zum Erreichen der angestrebten Schüler-Qualifikation beitragen. Niedrige Werte (1-3) bedeuten Zustimmung und bilden den Konstruktpol, hohe Werte (5-7) bedeuten Ablehnung und bilden den Kontrastpol.

Ein Beispiel für eine konstruierte Matrix, die zeigt, wie sich Elemente, Konstrukte und Einschätzungen zusammenfassen lassen, ist in Abbildung 1 dargestellt.

Elemente E1 – E4				Konstrukte K1 – K4		
E1	E2	E3	E4			
1	3	2	1	Keine Aversion gegen PhyU	Aversion gegen PhyU	K1
1	1	2	1	SuS erhalten Lernhilfen	Verkomplizierung des Wissens	K2
2	2	2	2	SuS erwerben phys. Basiswissen	SuS haben keine Ahnung von Physik	K3
2	4	2	2	SuS sind aktiv	SuS sind passiv	K4
				Konstruktpol	Kontrastpol	

Abbildung 1 Beispiel für ein Repertory Grid (vgl. Fischler, 2000b; Fischer, 2008)

E1 soll das Element *Guter Physikunterricht* darstellen. Der in diesem konstruierten Beispiel befragte Lehramtsstudent ordnet dem Element E1 die 1 zu. Er ist also der Meinung, dass guter Physikunterricht sehr gut geeignet ist, keine Aversion gegen den Physikunterricht aufzubauen.

Mit Hilfe eines solchen Repertory Grids werden die teilnehmenden Lehramtsstudenten zunächst bevor sie eigenen Unterricht erteilt haben, befragt und anschließend, nachdem sie eigenen Unterricht erteilt haben. Somit stellt die erste Matrix die Vorstellung von gutem Unterricht im Allgemeinen dar, die zweite Matrix enthält Elemente und Konstrukte, die sich auch auf den eigenen Unterricht beziehen.

Die Auswertung der Repertory Grids erfolgt nach Verallgemeinerung der erhobenen Konstrukte zu allgemeineren Kategorien durch qualitative und quantitative Methoden. Die Auswertung mittels hierarchischer Clusteranalyse und Hauptkomponenten-Analysen sind Beispiele für geeignete quantitative Methoden (Fischler, 2000b). Die quantitative Auswertung kann somit Aufschluss über die Vorstellungen zu Unterricht einzelner Personengruppen geben und es ist möglich, diese Personengruppen

miteinander zu vergleichen. Durch die von Fischler (2000b) gewählte Methode können außerdem Hinweise über tendenzielle Veränderungen der Vorstellungen zum Unterricht der untersuchten Studenten festgestellt werden. Eine kurze Übersicht von Artikeln zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Repertory Grids zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5 Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Repertory Grids (vgl. Fischler, 2001b)

Methode	Projekt	Inhaltliche oder methodische Schwerpunkte
Repertory Grids	Boei et al., 1989 Fischler, 2000a Fischler, 2000b	Erfassung sowohl individueller als auch aggregierter Daten

2.2.5 Empirische Befunde

2.2.5.1 Prognostische Validität Subjektiver Theorien

Schon früh wurde in Studien im Umfeld des Forschungsprogramms Subjektive Theorien versucht, die prognostische Validität erhobener Subjektiver Theorien zu bestimmen (Groeben et al., 1988; Dann & Humpert, 1987). Ziel bei der Untersuchung der prognostischen Validität Subjektiver Theorien war es, zu überprüfen, inwieweit sich die erfassten Vorstellungen der befragten Personen zur Vorhersage ihres Verhaltens im Unterricht eignen. Zur Aufklärung wurden in zwei großen Untersuchungen Subjektive Theorien der beteiligten Lehrkräfte in verschiedenen Handlungskategorien erhoben und anschließend individuelle Vorhersagen für zukünftige Unterrichtssituationen abgeleitet (Dann & Krause, 1988; Wahl et al., 1983). Bei der Überprüfung der Handlungskategorien im realen Unterricht zeigte sich, abhängig von der Art der Berechnung, ein Konsistenzgrad zwischen Subjektiven Theorien und Handeln von 0.67 oder 0.75.

Außerdem wurde der Zusammenhang zwischen Subjektiven Theorien und Handeln in einem weiteren interdisziplinären Forschungsprojekt zu „Unterrichtskommunikation: Zusammenhang zwischen Subjektiven Theorien von Lehrkräften und unterrichtlicher Kommunikation im Gruppenunterricht“ untersucht (Dann et al. 1999). In diesem Projekt wurden 38 Videoaufnahmen und Transkripte von Gruppenunterricht erfasst und dokumentiert. Die Videoaufnahmen und Transkripte stellen die Außenperspektive der Lehrkräfte dar. Außerdem wurden mittels des Dialog-Konsens-Verfahren ILKHA (s.o.; Dann & Barth, 1995) für die Darstellung der Innenperspektive die Vorstellungen von zehn Lehrkräften über ihren Gruppenunterricht bezüglich ihrer Subjektiven

Theorien, erhoben. Anschließend wurden Außen- und Innenperspektive kontrastiert. Es konnten bis zu 88 % Übereinstimmungen zwischen der Außen- und Innenperspektive festgestellt werden (Barth, 2002).

Aus diesen und einigen weiteren Untersuchungen, in denen Subjektive Theorien explanativ validiert wurden, konnte abgeleitet werden, dass Subjektive Theorien nicht nur zufällige Begleitphänomene von Handlungen sind, sondern dass sie die Wissensbasis des Handelns im Unterricht darstellen und tatsächlich Handlungen steuern. Die Studien gelten als Beleg für die handlungsleitende Funktion und Realitätsadäquanz rekonstruierter Subjektiver Theorien (vgl. auch Fischler, 1996; Tietze, 1990).

2.2.5.2 *Subjektive Theorien im Unterricht*

Studien zu Subjektiven Theorien, die Lehrpersonen über das Lehren und Lernen haben, gehen zumeist von vergleichbaren Grundannahmen aus, die auch mehr oder weniger eindeutig durch Studien belegt sind (Baumert & Kunter, 2006):

1. Subjektive Theorien beeinflussen die allgemeinen Zielvorstellungen der Lehrkräfte im Unterricht.
2. Subjektive Theorien beeinflussen die Wahrnehmung und Deutung von Unterrichtssituationen.
3. Subjektive Theorien beeinflussen die an Schüler gerichteten Erwartungen.
4. Subjektive Theorien beeinflussen das professionelle Handeln der Lehrkräfte.

Baumert & Kunter (2006) fassen einige Studien zusammen, in denen diese Annahmen zu Lehrerüberzeugungen in Form von theoretischen Arbeiten berücksichtigt sind (Schoenfeld, 1998, Schoenfeld, 2000; Groeben et al., 1988; Wahl, 1991). Weiterhin zählen sie auch Interventionsstudien auf, die Lehrerkognitionen verändern möchten und die auf diesen Grundannahmen beruhen (Franke et al., 2001; Fennema et al., 1996; Carpenter et al., 1989; Putnam & Borko, 1996; Calderhead, 1996; Richardson, 1996; Torff & Warburton, 2005). Nach Baumert & Kunter (2006) gibt es viele qualitative Studien über das Zusammenspiel von Subjektiven Theorien sowie Zielen und Unterrichtsführung, jedoch vergleichsweise wenige quantitative Studien.

Die meisten dieser quantitativen Studien nehmen besonders die Subjektiven Theorien von Mathematiklehrkräften in den Fokus. Dabei weisen die Ergebnisse einiger Studien die handlungssteuernde Funktion Subjektiver Theorien für den Unterrichtsverlauf nach

(Riggs & Enochs, 1990; Stipek et al., 2001; Treiber, 1980, Treiber, 1981; Diedrich et al., 2002). Andere Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen den Subjektiven Theorien der Lehrkräfte und den Leistungen der Schüler auf (Peterson et al., 1989; Staub & Stern, 2002).

Leuchter et al. (2006) konnten auf direktem Weg keine Zusammenhänge zwischen Subjektiven Lerntheorien und den untersuchten handlungsleitenden Kognitionen (problembasierter Unterricht, Routineaufbau, Unterstützung des Verstehens, direkte Instruktion, adaptive Lernbegleitung und Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens) der Lehrkräfte nachweisen. Die Lehrkräfte in der Studie von Leuchter et al. (2006) schätzen sich insgesamt eher als konstruktivistisch orientiert ein, was sich jedoch kaum in ihren handlungsleitenden Kognitionen widerspiegelt. Erst bei Kontrolle der Selbstwertüberzeugungen der untersuchten Lehrkräfte werden nicht einfach zu interpretierende, unsystematische Zusammenhänge erkennbar.

Leuchter et al. (2006) vermuten, dass generell nur ein schwacher Zusammenhang zwischen Wissensebene und handlungsleitenden Kognitionen sowie Überzeugungen besteht. Sie führen zur Erklärung an, dass die Lehrkräfte im Unterricht auf Routinen zurückgreifen, was bedeutet, dass ihre Entscheidungen unbewusst ablaufen (Bromme, 1992) (näheres s. u. und in Kapitel 2.3). Aus diesem Grunde, so Leuchter et al. (2006), äußern die Lehrkräfte ihre tatsächlich wirksamen handlungsleitenden Kognitionen nicht, da sie ihnen nicht bewusst und daher im Dialog-Konsens unzugänglich sind. Um diese Vermutung zu stützen, soll eine Auswertung von Unterrichtsvideos stattfinden, in denen das konkrete Handeln der Lehrkräfte auf einen Zusammenhang zwischen konstruktivistischen Überzeugungen und konstruktivistischen Unterrichtsmerkmalen bzw. der fachdidaktischen Qualität des Unterrichts insgesamt überprüft wird. Die Analyse ist bis dato aber nicht abgeschlossen.

Leuchter et al. (2006) diskutierten noch weitere mögliche Erklärungen, für den geringen Zusammenhang von Subjektiven Theorien und handlungsleitenden Kognitionen: Sie vermuteten, dass sich in ihrer Studie die Ergebnisse von Wahl (1991) bestätigen. Wahl (1991) beschrieb einen langen Weg vom Wissen zum Handeln der Lehrkräfte. Leuchter et al. (2006) deuteten in Folge ihre Ergebnisse auf vergleichbare Weise, d. h. sie vermuteten, dass „eine höhere Zustimmung zu einem konstruktivistischen Lehr-Lernkonzept auf der Ebene relativ allgemeiner Überzeugungen nicht zwingend bedeutet, dass ein solches konstruktivistisches Lehr-Lernverständnis im Unterrichtshandeln auch umgesetzt wird“ (Leuchter et al., 2006). Insgesamt kommen sie

zu dem Ergebnis, dass der geringe Zusammenhang von Subjektiven Theorien und handlungsleitenden Kognitionen, auf belastende Rahmenbedingungen oder eine geringere Selbstwirksamkeit der Lehrperson zurückzuführen sind (Leuchter et al., 2006). Befunde, dass Lehrkräfte in ihrem Handeln in problematischen Situationen von ihren Subjektiven Theorien abweichen, ließen sich bereits in früheren Studien zeigen: z. B. zu Schüleraggressionen im Unterricht (Dann et al., 1987), Schwierigkeiten des Unterrichtsablaufs (Wahl et al., 1983; Wahl, 1991), Entscheidungsverhalten von Lehrkräften (Hofer, 1981, 1986, 1997), Analyse von Unterrichtsstrategien (Wagner et al., 1997). Zusammenfassungen finden sich auch bei Calderhead (1996) und Opdenakker & van Damme (2006).

Lehrkräfte scheinen immer dann in ihrem Handeln von ihren Subjektiven Theorien abzuweichen, wenn sie sich stark ärgern, großen Handlungsdruck verspüren, belastende Rahmenbedingungen wahrnehmen oder sich aus anderen Gründen in der Verfolgung ihres Handlungsziels behindert fühlen (Dann & Krause, 1988). Sie lassen sich besonders bei stark negativen Emotionen zu impulsivem Handeln, abseits der Wissensbasis ihrer Subjektiven Theorien, verleiten (Dann, 1994). Unklar blieb zunächst, auf welcher Grundlage die Lehrkräfte stattdessen in den untersuchten problematischen Situationen reagierten. Als Erklärungsansatz diente der Rückgriff auf Routinen seitens der Lehrkräfte: In Situationen, in denen Lehrkräfte unter Druck handeln, greifen sie auf Routinen zurück. Die Verwendung von Routinen stellt eine Möglichkeit der effektiven Nutzung der geistigen Verarbeitungskapazität dar (Wahl, 1991). Eine genauere Beschreibung der Routinen und Handlungsmuster von Lehrkräften findet sich in Kapitel 2.3 (S. 45).

2.2.6 Veränderung Subjektiver Theorien

Subjektive Theorien geben Orientierung und Erleichtern das Handeln im Schulalltag. Verschiedenste Handlungen im Alltag werden mit der Zeit zu festen Gewohnheiten, die von den Lehrkräften schließlich als Handlungsketten in das eigene Verhaltensrepertoire aufgenommen werden und kontinuierlich sowie automatisiert zum Einsatz kommen. Dies geschieht z. B. bei sich wiederholenden Unterrichtssituationen. Die Lehrkraft analysiert die Situation nicht mehr schrittweise, sondern nutzt ihr breites Spektrum an bereits vorgefertigten Situationsanalysen und Problemlösungen um schnell und adäquat zu handeln. Die Lehrkraft erkennt in der Situation bekannte Grundmuster und übernimmt vorgefertigte Problemlösungen, um sich schnell in der neuen Ausgangssituation zurechtzufinden (Wahl, 2002). Über einen längeren Zeitraum entwickeln Lehrkräfte auf diese Weise auch „Mini-Theorien“ für das eigene routinisierte Handeln, allerdings stehen diese nicht selten im Widerspruch zu in der Lehreraus- und Weiterbildung gelernten Vorstellungen von modernem Unterricht (Helmke, 2009, S. 312–314).

Auch wenn Lehrkräfte in bestimmten Situationen von ihren Subjektiven Theorien abweichen (s. Kapitel 2.2.5.2, S. 37), gelten Subjektive Theorien als nur sehr schwer veränderbar (Groeben et al., 1988; Scheele et al., 1998; Wahl, 1991, Wahl, 2002). Die Veränderung gilt deshalb als so schwierig, „weil sie die Änderung von hoch automatisierten Routinen verlangt, auf denen die Handlungssicherheit von Lehrkräften beruht“ (Baumert, 2001).

Problematisch dabei ist zudem, dass das Umlernen von Handlungsketten aus neurophysiologischer Sicht schwieriger als das Neulernen ist (Grewe, 2007, S. 335). Sollen Subjektive Theorien von Lehrkräften z. B. im Rahmen von Lehrerfortbildungen verändert werden, bedeutet dies nach Grewe (2007, S. 335), dass einerseits bereits bestehende Wissensbestände und andererseits automatisierte Handlungsmuster durch neue Fortbildungsinhalte ergänzt und internalisiert werden müssen. Allerdings werden diese Wissensteile in unterschiedlichen Gehirnregionen gespeichert, was zur Folge hat, dass neues Wissen oder neue Einstellungen nicht automatisch in konkretes Handeln überführt werden.

Reformansätze zur Veränderung des Lehrerhandelns, die in Form von formalen Vorgaben in die Schulen getragen werden und „that merely use teachers as passive implementors of ideas conceived elsewhere are doomed to failure“ (Zeichner, 1994, S. 11). Oder nach Baumert (2001): „Bürokratisch anzuordnen, ist hier nichts“. Helmke

(2009, S. 312-314) schlägt daher, als Zusammenfassung vieler Studien zu diesem Themengebiet vor, in der Lehrerfort- und -weiterbildung den starken Einfluss Subjektiver Theorien explizit in die Konzeption einzubeziehen, da ansonsten die Änderungen des Handelns der Lehrkräfte oberflächlich bleiben würden. Dazu fordert Helmke (2009, S. 312-314), möglichst viele Facetten der Lehrerpersönlichkeit und des Unterrichtsgeschehens in die Lehrerfort- und -weiterbildungsprogramme zu integrieren. Außerdem sollten den Veränderungsprozessen genügend Zeit eingeräumt werden. Drei Aspekte sollen bei Programmen zur Veränderung Subjektiver Theorien besonders berücksichtigt werden (Helmke, 2009, S. 314):

1. Zu Beginn einer Verhaltensänderung muss zunächst die Diagnose erfolgen. Dies kann im kollegialen Austausch oder durch eine Befragung stattfinden.
2. Rückschläge müssen einkalkuliert werden. Diese sollten in einem „stützenden Netzwerk“ aufgefangen werden sollten.
3. Veränderungen des Unterrichts sollten behutsam erfolgen.

Baumert ist der Ansicht, dass der Schritt, die Lehrtätigkeit beobachtbar und reflektierbar zu machen, als wichtige Voraussetzung zur Professionalisierung des Lehrberufs noch nicht vollzogen sei. „Dies bedarf der allmählichen Entwicklung einer Sprache, die es erlaubt, in nicht verletzender Weise über Unterricht – seine Vorbereitung, Durchführung und Evaluation – zu sprechen.“ (Baumert, 2001).

Wahl (2002) ist der Überzeugung, dass in Weiter- oder Fortbildungen keine Veränderung Subjektiver Theorien erfolgen könne, wenn diese nur im Kollektiv stattfinden, da die handlungssteuernden Theorien zu individuell repräsentiert seien. Es muss daher immer auch Phasen der individuellen Auseinandersetzung mit den Subjektiven Theorien geben. Er konzipierte daher eine *Tele-Lernumgebung*, in der die Vorteile kollegialer Praxisberatung mit den Vorteilen des Tele-Lernens kombiniert werden. In den Tele-Lernumgebungen *Kontaktstudium Erwachsenenbildung* bzw. *Kontaktstudium Teleteaching* integrierte er elf Komponenten, die letztlich eine Veränderung Subjektiver Theorien herbeiführen sollen. Zu diesen Komponenten zählen Selbststudientexte, Präsenzphasen mit Gruppen- und Supervisionsphasen, Unterrichtsversuche und auch netzbasierte Lernbegleitungen. Als Vorzug Letzteren wurde vor allem der hohe Zeitanteil gesehen, in dem individualisiert gelernt werden kann.

Insgesamt schlägt Wahl (2002) eine Veränderung Subjektiver Theorien im Rahmen des Telelernens in drei Schritten vor:

1. Im ersten Veränderungsschritt müssen die Lehrkräfte sich individuell mit ihren handlungssteuernden Subjektiven Theorien auseinandersetzen, d. h. sie ins Zentrum ihrer Aufmerksamkeit rücken, indem sie ihr Handeln reflektieren. Dies kann z. B. über einen Perspektivwechsel und anschließend über die Verbalisierung des eigenen Handelns geschehen.
2. Im zweiten Veränderungsschritt sollen die ins Bewusstsein gerückten Subjektiven Theorien bearbeitet werden. Dies geschieht durch das Erlangen des notwendigen Expertenwissens und die individuelle Auseinandersetzung mit dem neu erworbenen Wissen.
3. Im dritten und letzten Veränderungsschritt werden neue didaktischen Vorgehensweisen konkretisiert, damit neue handlungsleitende Strukturen entstehen und gegen die bekannten ausgetauscht werden können. Die Lehrkräfte verändern ihre Subjektiven Theorien, indem sie sich von ihren prototypischen Handlungsweisen distanzieren.

Ergebnisse der Evaluation dieser Vorgehensweise in Lehrerfortbildungen zeigen erhebliche Änderungen im beobachtbaren Handeln der teilnehmenden Personen (Wahl, 2002).

Veränderung Subjektiver Theorien durch videobasierte Aus- und Weiterbildung

Eine vergleichbare Zielsetzung wie die Veränderung Subjektiver Theorien durch Telelernen (Wahl, 2002) haben videobasierte Fortbildungskonzepte. In der Lehreraus- und -weiterbildung wurde das Potenzial von Unterrichtsvideos für die Professionalisierung der Lehrkräfte in den letzten zehn Jahren zunehmend erkannt und genutzt (z. B. Tochon, 1999). Besonders durch die rasante Weiterentwicklung digitaler Medien und durch die Möglichkeit der einfachen Weitergabe digitalen Bildmaterials, nahm die Verbreitung von Unterrichtsvideos und digitaler Inhalte zur Lehrerprofessionalisierung deutlich zu. Vor allem in den USA sind Unterrichtsvideos und digitale Weiterbildungsprogramme schon seit Jahren verbreitet. Gestützt durch Erkenntnisse aus der Medien- und Lehr-/Lernpsychologie gelangen sie zunehmend auch in den Blick der deutschen, österreichischen und schweizerischen Unterrichtsforschung (Helmke & Helmke, 2004; Thonhauser, 2005; Petko & Reusser, 2005).

In den Aus- und Weiterbildungssituationen werden fremde und eigene Unterrichtsvideos als authentisches Anschauungsmaterial eingesetzt, um individuell oder in einer Gruppe die komplexen Lehr- und Lernprozesse aus unterschiedlichen fachlichen und fachdidaktischen Perspektiven detailliert zu betrachten, zu reflektieren und zu diskutieren. Dabei wird stets das Ziel verfolgt, die pädagogische Qualität von Unterricht zu analysieren und zu reflektieren, um über die beobachteten Lehr- und Lernprozesse mehr Informationen zu erlangen (Krammer & Reusser, 2004; Reusser, 2005). Videogestützte Aus- und Weiterbildungen stellen einen Gewinn dar, da sie die Möglichkeit bieten, flüchtige Unterrichtssituationen wiederholt und verlangsamt beobachten und erfassen zu können. Zudem wird den Beobachtern der in realen Situationen gegebene Handlungsdruck genommen (Fischer & Schratz, 2005).

Mit der Analyse der Videos wird der konstruktivistische Aufbau von beruflich relevantem Expertenwissen und eine gute Unterrichtspraxis der Lehrkräfte angestrebt, indem die Fähigkeit zur Wahrnehmung von Unterrichtsfaktoren eingeübt wird (Reusser, 2005; Krammer & Schnetzler, 2008; Fischer & Schratz, 2005). Bei dem Versuch eine angemessene Sprache zur Schilderung des Unterrichtsgeschehens zu entwickeln wird die fachliche Kompetenz der Lehrkräfte sichtbar und ein gegenseitiger Austausch möglich (Stadler, 2005). Geschieht dieser Austausch in der Gruppe können Lehrkräfte aus ihrer Isoliertheit herausgeführt werden (Stadler, 2005). Forschungsergebnisse belegen, dass der wechselseitige Austausch und die gemeinsame Reflexion über eigene oder fremde Unterrichtssituationen einen wesentlichen Einfluss auf das eigene Unterrichtshandeln haben, d. h. die Subjektiven Theorien über Unterrichtsprozesse werden erweitert, sofern eine längerfristige Teilnahme an den Weiterbildungen und eine Rückbindung von theoretischen Konzepten an die Praxis erfolgt (Putnam & Borko, 2000; Krammer & Schnetzler, 2008; Krammer & Reusser, 2004).

Insgesamt scheinen die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen zur Verwendung von Videos und digitaler Medien in Aus- und Fortbildung von Lehrkräften bisher nur wenig systematisch. Zusammenfassend zeigt sich jedoch, dass Lehrkräfte gerne Unterrichtsvideos nutzen und die Arbeit mit Unterrichtsvideos, vor allem Videos aus dem eigenen Unterricht als förderlich für die berufliche Weiterbildung empfinden (Krammer et al., 2006). Außerdem entwickeln die Lehrkräfte im Verlauf der Fortbildung mit Videos ein tieferes Verständnis für die Lernprozesse der Schüler (z. B. Borko et al., 2008; Krammer & Schnetzler, 2008). Darüber hinaus lassen sich Zusammenhänge von Unterrichtsbeobachtungen mit Überzeugungen von Lehrpersonen (Kuntze, 2008), fachdidaktischem Wissen (Kersting, 2008) und der Unterrichtspraxis der Lehrkräfte

(Kobarg, 2009) zeigen. Beispielsweise konnte Kobarg (2009) zeigen, dass Lehrkräfte, die Unterricht differenziert beobachten können, z. B. bezogen auf die Unterstützung der Schüler, viele der beobachteten Merkmale auch in ihrem eigenen Unterricht einsetzen.

Für die Vernetzung von Theorie und Praxis bieten Fischer & Schratz (2005) unterschiedliche Wege an. Sie schlagen unter anderem vor, während der Lehrerausbildung Unterrichtsvideos als Illustrations- und Arbeitsmaterial für Lehramtsstudierende zu verwenden, um sich mit dem zukünftigen Arbeitsfeld auseinanderzusetzen und das didaktische Theoriewissen zu erproben. Für die Berufseingangsphase könnten laut der Autoren aufgezeichnete Unterrichtsausschnitte als Beratungsinstrument für Berufsanfänger und zur Dokumentation und Reflexion eigener Unterrichtsstunden genutzt werden.

Für die Schulentwicklung bieten sich nach Fischer & Schratz (2005) Unterrichtsvideos als Ersatz für kollegiumsinterne Unterrichtshospitationen, als Evaluationsinstrument und als Möglichkeit zur Bildung gemeinsamer Unterrichtskonzeptionen an.

Beispiele für aktuelle nationale und internationale, zumeist videogestützte Weiterbildungskonzepte sind VAST (*Video Analysis Support Tool*) (van Es & Sherin, 2002), Video Clubs (Sherin & Han, 2004), STAAR (*Supporting the Transition from Arithmetic to Algebraic Reasoning*) (Borko et al., 2008), LUV – *Lernen aus Unterrichtsvideos* (Seidel et al., 2006), Lesson Study (Lewis et al., 2004), VCMPPD (*Video-Cases for Mathematics Professional Development*) (Seago, 2004), IMST² (*Innovations in Science, Mathematics and Technology Teaching*) (Stadler, 2005) und MuBiL (*Mathematik unterrichten – binationales und videobasiertes Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungsprojekt*) (Kuntze, 2006, Kuntze, 2007).

2.3 Routinen, Skripte und prototypisches Handeln von Biologielehrkräften

Unter diesen Oberbegriffen zusammengefasst gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Begriffen, zwischen denen mehr oder weniger große Bedeutungsüberschneidungen bestehen. Umgekehrt werden auch identische Begriffe für unterschiedliche Konstrukte verwendet. Zu den häufig verwendeten Begriffen zählen u. a. *Verlaufsmuster*, *Unterrichtsskripts*, *Skripts*, *Basismodelle*, *Choreographien*, *kulturelle Skripts* sowie *Inszenierungsmuster*. Diese beschreiben zumeist die Sichtstrukturebene von Unterricht. Die Tiefenstruktur bzw. mentale Repräsentation von Handlungsabläufen werden u. a. durch Begriffe wie *Weltbilder*, *Skripts*, *Unterrichtsskripts*, *chunks*, *Schemata*, *Unterrichtsbilder*, *Drehbücher* oder *Syntax* beschrieben. An dieser Stelle sei auf ausführliche Herleitungen und Explikationen dieser Begriffe in z. B. Bromme (1992), Seidel (2003, S. 31-43), Pauli & Reusser (2003) oder Fischer (2008, S. 48-83) verwiesen. Im Folgenden werden vor allem diejenigen Begriffe, die zur Definition *prototypischer Routinen* von Lehrkräften erforderlich sind, näher erläutert.

Einer der auffälligsten Befunde der TIMS-Studien (s. Kapitel 2.3.2.1, S. 51 und Kapitel 2.3.2.2, S. 51) war die Gleichförmigkeit unterrichtlichen Handelns von Mathematiklehrkräften (Baumert et al. 1997a). Häufig verlaufen die Unterrichtsstunden nach folgendem Muster: Zunächst findet eine Wiederholung statt, danach erfolgt die Hausaufgabenbesprechung, anschließend die Einführung in ein neues Thema, die Bearbeitung von Aufgaben und zum Schluss die Formulierung neuer Hausaufgaben. Der Einstieg in das nächste Thema erfolgt dabei häufig mit Hilfe einer komplexen Problemstellung. Allerdings wird dieses Problem im Laufe des weiteren Unterrichts häufig von der Lehrkraft in Teilaufgaben geringerer Komplexität zergliedert und – unter starker Lenkung – mit dem impliziten Ziel der Routinisierung erarbeitet (Blömeke et al., 2003; Baumert et al. 1997a). Bisher weitestgehend ungeklärt bleibt, worin die Ursachen für die Gleichförmigkeit des Unterrichts bestehen, obwohl allgemeiner Konsens darüber herrscht, dass Lehr-Lernprozesse außerordentlich komplex sind und vielfältige Lehrer-Schüler-Interaktionen beinhalten. Eine Möglichkeit zur Deutung dieser Befunde bietet die kognitionspsychologische Skripttheorie (vgl. Blömeke et al., 2003).

2.3.1 Unterrichtsskripts und Unterrichtsmuster aus kognitionspsychologischer Sicht

Bereits seit vielen Jahren wird aus der Perspektive verschiedener Fachrichtungen wie der Lehrerforschung (Fennema & Franke, 1992; Leinhardt et al., 1991) oder auch der fachdidaktischen Forschung (Schoenfeld, 2000) angenommen, dass Lehrkräfte bei der Gestaltung von Unterricht auf strukturierte Wissensbestände in Form von Plänen, Skripts und Routinen zurückgreifen. Blömeke et al. (2003) vermuten, dass die Beobachtung von strukturell ähnlichen Handlungen im Unterricht ein Hinweis auf das Vorhandensein entsprechend ähnlicher kognitiver Strukturen bei Lehrkräften ist. Diejenigen kognitiven Strukturen, die spezifische mentale Repräsentationen zum Ablauf des Unterrichts darstellen, bei denen es sich also um situationsbezogene handlungsleitende Kognitionen handelt, werden von Blömeke et al. (2003) als *Skripts* bezeichnet. Andererseits wird nach Blömeke et al. (2003) das Handeln der Lehrkräfte durch gegenstandsbezogene handlungsleitende Kognitionen bestimmt, welche durch die Subjektive Theorien (siehe Kap. 2.2.3, S. 25) der Lehrkräfte determiniert sind. Somit stehen die Skripts der Lehrkräfte in engem Bezug zu den Subjektiven Theorien der Lehrkräfte.

Der Begriff des Unterrichtsskripts wird in der Literatur unterschiedlich verwendet, bezieht sich aber häufig auf die Definition aus der kognitionspsychologischen Forschung. In der kognitionspsychologischen Skripttheorie geht der Begriff des *Skripts* auf Schank & Abelson (1977, S. 41) zurück, die darunter „a predetermined, stereotyped sequence of actions that defines a well-known situation“ verstehen. Bei Skripts handelt es sich demnach um mentale Repräsentationen einer systematischen Handlungsabfolge, die auf eine spezifische Situation ausgerichtet und mit einem bestimmten Ziel versehen ist. Als Beispiel für ein Skript geben Schank & Abelson (1977) einen Restaurantbesuch an, dessen Handlungsabfolge beim Restaurantbesucher mental gespeichert ist und in eine angemessene Handlung überführt werden kann. Skripts stellen das Ergebnis einer in der Praxis durchgeführten oder erlebten Handlung dar, die durch Differenzierung und Integration neuer Erfahrungen weiterentwickelt und automatisiert wurde.

Eine Arbeitsdefinition des Skriptbegriffs liefert Fischer (2008, S. 52):

„Skripts sind die mentale Repräsentation einer systematischen, teilroutinisierten Handlungsabfolge, mit dem Ziel, verschiedene Lehr-Lernaktivitäten, die auf kulturell geteilten Überzeugungen beruhen, in einen zeitlich-räumlichen Kontext zu bringen.“

Die Übertragung des Skript-Konzepts auf schulische Lehr-Lernprozesse bedeutet nach Blömeke et al. (2003), „dass dem Handeln von Lehrkräften möglicherweise mental gespeicherte Handlungsverläufe zugrunde liegen, die sich in wiederholten, strukturell ähnlich verlaufenden Unterrichtsschritten niederschlagen“. Bei Unterrichtsskripts handelt es sich also um didaktische Routinen, die situationsspezifisch abgerufen werden können. Blömeke et al. (2003) vermuten, dass Unterrichtsskripts durch die eigene Schulerfahrung in der Jugend erworben werden und dass ihnen während ihrer Entstehung Subjektive Theorien zugrunde lagen. Diese sind im Laufe der Zeit jedoch ins Unbewusste abgesunken und werden durch die universitäre Lehrerbildung kaum verändert. Beim Eintritt in die berufliche Praxis werden die Skripts wieder abgerufen und können zur Anwendung kommen; die Subjektiven Theorien bleiben dabei ebenfalls rekonstruierbar (Blömeke et al., 2003).

Seidel (2003, S. 35) gibt, indem sie das Skriptkonzept von Schank und Abelson (1977) auf den Unterricht bezieht, folgende Merkmale für Unterrichtsskripts an:

- „Unterrichtsskripts stellen eine Struktur dar, die eine angemessene Abfolge von Ereignissen im Kontext Unterricht beschreibt.
- Variationen im Ablaufmuster für unterschiedliche Unterrichtsfächer (z. B. Physik und Mathematik) werden durch Skriptvariationen repräsentiert.
- Das Wissen über Unterricht mit seinen Eigenschaften, Rollen, Konditionen und erwarteten Ergebnissen wird mit großer Übereinstimmung von den Personen eines Kulturkreises (z. B. Lehrpersonen, Schülern, Eltern) geteilt.
- Ein Unterrichtsskript würde demnach implizites Wissen über typischen Unterricht darstellen; mit der Funktion, dass der Ablauf und wesentliche Kennzeichen von Unterricht für die beteiligten Personen nicht ständig neu expliziert werden müssen. Stichworte wie z. B. die Ankündigung der Lehrperson zum ‚Abfragen‘ genügen, um bei Schülerinnen und Schülern die dafür relevanten Skriptmerkmale aufzurufen und erforderliche Verhaltensmuster zu aktivieren.
- Unterrichtsskripts sind stark automatisiert und können von den am Unterricht beteiligten Personen (z. B. Lehrpersonen und Schüler) nur schwer verändert werden.“

Blömeke et al. (2003) fassen – in Anlehnung an Ehlich & Rehbein (1979, S. 250) – Skripts und die dazugehörigen Subjektiven Theorien unter dem abstrakten Begriff der Handlungsmuster zusammen. Handlungsmuster stellen nach Ehlich & Rehbein (1979) „Formen von standardisierten Handlungsmöglichkeiten, die im konkreten Handeln aktualisiert und realisiert werden“, dar. Die Muster sind nicht nur individuell repräsentiert, sondern werden von ganzen Personengruppen geteilt. D. h. sie stellen Organisationsformen von gesellschaftlichen Handlungsprozessen dar, an denen mehrere

Akteure beteiligt sind (Ehlich & Rehbein, 1979). Handlungsmuster zeichnet aus, dass sie im Unterricht stets zweckgebunden vorkommen. Sie beinhalten gewohnte Handlungsabläufe und können somit der Lehrkraft auch in unstrukturierten Unterrichtssituationen Sicherheit geben.

Fischer (2008, S. 24) formuliert folgende Arbeitsdefinition für Handlungsmuster, indem er Definitionen aus unterschiedlichen Fachrichtungen und Forschungsperspektiven zusammenführt:

„Handlungsmuster sind Formen von standardisierten Handlungsmöglichkeiten. Sie setzen sich aus mentalen Repräsentationen zum Ablauf der Handlung, den sogenannten Skripts und aus den dazugehörigen Subjektiven Theorien zusammen.“

Der genaue Zusammenhang von Subjektiven Theorien – als gegenstandsbezogenen handlungsleitenden Kognitionen – und Skripts – als situationsbezogenen handlungsleitenden Kognitionen – ist nach Blömeke et al. (2003) bisher aber noch weitgehend unerforscht.

Zur eindeutigeren Unterscheidung der Begriffe werden die in diesem Absatz vorgestellten Skripts bzw. Unterrichtsskripts im weiteren Verlauf als *mentale Skripts* bezeichnet, um sie deutlich von den Skripts bzw. Verlaufsmustern, welche die Sichtstruktur von Unterricht betreffen, abzugrenzen.

2.3.2 Verlaufsmuster von Unterricht

Mit Verlaufsmustern sind, im Gegensatz zu den mentalen Skripts, direkt beobachtbare inhaltsbezogene Lehrer- und Schüleraktivitäten, direkt beobachtbare Sichtstrukturmerkmale wie Sozialformen (Oser & Patry, 1990) und vor allem deren Kombinationen und typischen Anordnungen im zeitlichen Verlauf der Stunde (Stigler & Hiebert, 1999) gemeint. Diese Verlaufsmuster sind besonders durch die Veröffentlichungen der Ergebnisse zu den TIMS-Studien in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt worden.

2.3.2.1 TIMSS-Video 1995

Die TIMS-Studie ist die dritte Studie aus einer Untersuchungsserie der IEA⁵ für die Fächer Mathematik und Naturwissenschaften⁶. Dabei wird mit *TIMS-Studie* sowohl die bekanntere Studie aus dem Jahr 1995 bezeichnet als auch die Studie aus dem Jahr 1999

⁵ International Association for the Evaluation of Educational Achievement

⁶ Third International Mathematics and Science Study; seit 2003: Trends in International Mathematics and Science Study

(TIMSS Repeat). Bei der 1995 durchgeführten TIMS-Studie (Stigler et al., 1999) handelte es sich vor allem um eine Leistungsstudie, die miteinander vernetzte Teilstudien zum Vergleich der verschiedenen Curricula der Länder, zur Befragung von Schulleitungen und Fachlehrer umfasste, und um eine Videostudie, in der typische Verlaufsmuster im Unterricht identifiziert und verglichen wurden.

An dieser Videostudie nahmen insgesamt 100 Klassen aus Deutschland, 50 aus Japan sowie 81 Klassen aus den USA der jeweils achten Jahrgangsstufe teil. In der anschließenden Auswertung dieser Untersuchung wurde vor allem die Organisation des Unterrichts analysiert. Beispielsweise wurde untersucht, wie viel Zeit im Unterricht für organisatorische Belange ohne Fachinhalt verwendet wurde und wie viel Zeit die Schüler mit selbstständiger Arbeit verbrachten. Es wurde außerdem zwischen unterschiedlichen Unterrichtsphasen, z. B. Erarbeitungsphasen oder Wiederholungsphasen, differenziert. Ein weiterer Fokus dieser videobasierten Untersuchung lag auf den fachlichen Inhalten und dem kognitiven Niveau, auf dem diese Inhalte erarbeitet wurden.

Im Rahmen der Auswertung der TIMS-Studie konnten für den Mathematikunterricht drei unterschiedliche Verlaufsmuster für die untersuchten Länder Deutschland, USA und Japan identifiziert werden. Die gefundenen nationalen Verlaufsmuster stellten sich vor allem im internationalen Vergleich als sehr homogen dar.

Das Verlaufsmuster für den Unterricht in Deutschland lässt sich folgendermaßen beschreiben (Stigler et al., 1999, S. 30; Baumert, 1997, S. 226):

- Die Stunde beginnt mit der Durchsicht und der Besprechung der Hausaufgaben.
- Es folgt eine kurze Wiederholung der Inhalte der vorangegangenen Unterrichtsstunde.
- Variante A: Die Inhalte werden im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch kleinschrittig auf eine einzige Lösung hin erarbeitet.
- Variante B: Falls das Thema bereits in der vorangegangenen Stunde behandelt wurde, wird mit Unterstützung der Lehrkraft durch die Schüler an der Tafel eine Aufgabe bearbeitet.
- Anschließend werden in Stillarbeit ähnliche Aufgaben gelöst.

Besonders die kleinschrittige Erarbeitung der Inhalte und die Lösung eines konstruierten, zu Stundenbeginn sehr komplexen Problems, welches vom Lehrer

vorgeben und letztendlich trotz aller Schülerbeteiligung auf die von der Lehrkraft vorherbestimmte Weise gelöst wird, führt dazu, dass die Schüler nur wenig kognitiv aktiviert werden (Stigler et al., 1999).

Mit dem deutschen Unterricht zu vergleichen, ist der US-amerikanische Mathematikunterricht. Gemeinsamkeiten bestehen in folgenden Merkmalen (Stigler et al., 1999, S. 31; Baumert, 1997, S. 226):

- Die Hausaufgaben werden durchgesehen und besprochen.
- Die Inhalte der vorangegangenen Stunde werden wiederholt, dabei werden Probleme aus den Hausaufgaben nochmals aufgegriffen.
- Neue Inhalte werden durch die Lehrkraft definiert oder neue Rechenverfahren werden von der Lehrkraft beispielhaft an der Tafel oder mit Hilfe des OHP vorgestellt.
- Einige Beispiele aus dem Lehrbuch werden während eines Unterrichtsgesprächs im Klassenverband bearbeitet.
- Es werden vergleichbare Aufgaben in Stillarbeit gelöst. Die Lehrkraft steht dabei beratend zur Seite.

Der Unterschied besteht vor allem darin, dass in den USA keine kleinschrittige Erarbeitungsphase stattfindet, sondern dass die Lösung eines Problems zu Beginn durch die Lehrkraft beispielhaft vorgeführt wird.

Der japanische Mathematikunterricht erfolgt nach folgendem Verlaufsmuster (Stigler et al., 1999, S. 30; Baumert, 1997, S. 225):

- Die Lehrkraft stellt ein komplexes mathematisches Problem.
- Die Schüler arbeiten in unterschiedlichen Sozialformen an der Lösung des Problems.
- Schüler, die unterschiedliche Lösungswege zur Problemlösung beschritten haben, stellen ihre Ergebnisse der Klasse vor.
- Im Unterrichtsgespräch erfolgt eine Diskussion der Lösungswege.
- Die Ergebnisse werden durch die Lehrkraft zusammengefasst und an der Tafel gesichert.
- Die Schüler bearbeiten in unterschiedlichen Sozialformen ähnliche Aufgaben in neuen Anwendungskontexten.

Der japanische Unterricht zeichnet sich also in erster Linie durch das selbstständige Entwickeln, Vergleichen und Analysieren von Lösungswegen und mathematischen Konzepten aus. Außerdem wird ebenso großer Wert auf intelligentes Üben gelegt (Pauli

& Reusser, 2003). Stigler et al. (1999) unterstellen daher den japanischen Lehrkräften am ehesten eine konstruktivistische Sicht auf Unterricht, während die Einstellung der Lehrkräfte aus Deutschland und den USA eher kognitivistischen Prinzipien folgt.

2.3.2.2 TIMSS-Video 1999

In der TIMS 1995 Video-Studie konnte gezeigt werden, dass sich das Verlaufsmuster des Mathematikunterrichts eines leistungsstarken Landes wie Japan, deutlich von Ländern mit relativ schlechter Schülerleistung wie Deutschland und den USA unterscheidet. In der TIMS 1999 Video-Studie sollte dieser Befund nochmals aufgegriffen werden. Es fand ein Vergleich der Verlaufsmuster des Mathematikunterrichts und des naturwissenschaftlichen Unterrichts der USA mit Ländern statt, deren Schüler ähnlich gute Leistungen wie die japanischen Schüler aufwiesen. An dieser Studie nahmen die USA, Hongkong, Australien, Tschechien, Japan, Schweiz und die Niederlande teil (Hiebert et al., 2003), wobei die Daten aus Hongkong und der Schweiz nur für den mathematischen Teil der Studie und nicht für die Auswertung des naturwissenschaftlichen Teils herangezogen wurden, sodass nur die Daten der fünf übrigen Länder in die Analyse einfließen (Roth et al., 2006).

Die eingesetzten Testinstrumente stammten aus der TIMS 1995 Video-Studie und wurden nur leicht erweitert. Auch in der TIMS 1995 Video-Studie wurden vor allem die Sozialformen in verschiedenen Unterrichtsphasen, zielbezogene Aktivitäten und die didaktischen Grobziele zur Identifizierung von Verlaufsmustern herangezogen.

Insgesamt konnten für den Mathematikunterricht die Ergebnisse zu den Verlaufsmustern aus der TIMS 1995 Video-Studie weitestgehend bestätigt werden: Innerhalb eines Landes sind die Verlaufsmuster des Unterrichts relativ homogen, während sie sich im internationalen Vergleich deutlich voneinander unterscheiden können. Dieser Befund wird auf das Vorhandensein *kultureller Skripts* zurückgeführt (Hiebert et al., 2003).

In allen Ländern findet ein periodischer Wechsel der Sozialformen statt und das Lösen von Aufgaben ist in allen Ländern die zentrale inhaltsbezogene Aktivität, die am meisten Zeit einnimmt (Roth et al., 2006). Außerdem verfolgen die Lehrkräfte aller Länder didaktische Grobziele: ein Teil der Unterrichtszeit wird zur Wiederholung der Inhalte, ein Teil zur Erarbeitung neuer Inhalte und ein Teil zum Einüben genutzt. Die Abfolge und Ausgestaltung dieser Grundelemente des Unterrichts erfolgt in den Ländern jedoch verschieden, woraus sich vielfältige Unterrichtsgestaltungen ergeben. So unterscheiden

sich die Unterrichtsmuster der beiden Länder mit den höchsten Testleistungen, Japan und Hongkong, vor allem dadurch, dass der japanische Unterricht sehr viel Wert auf das Lösen von komplexen Problemen legt, während der Mathematikunterricht in Hongkong besonders durch längere Übungsphasen auffällt (Hiebert et al., 2003).

Die Analyse der Unterrichtsvideos zum naturwissenschaftlichen Unterricht ergibt ebenfalls landesspezifische Verlaufsmuster des Unterrichts (Roth et al., 2006):

Der tschechische Unterricht zeichnet sich dadurch aus, dass die naturwissenschaftlichen Inhalte häufig im gesamten Klassenverband vermittelt werden, um sicherzustellen, dass sie auch „richtig“ gelernt werden. In diesen Unterrichtsgesprächen werden komplexe, komprimierte Inhalte vermittelt, ohne dass dabei Wert auf die Verknüpfung der Konzepte gelegt wird. Allerdings gibt es auch eine größere Anzahl von Unterrichtsstunden, in denen besonderer Wert auf die Verknüpfung der Konzepte gelegt wird, in denen aber dann keine neuen Inhalte vermittelt werden. Die Unterrichtsgespräche sind in der Regel medial unterstützt und die Schüler werden immer wieder aufgefordert, sich aktiv in das Geschehen einzubringen und ihre Ergebnisse zur Diskussion zu stellen.

Dagegen zeichnet sich der niederländische Unterricht besonders durch selbstständiges Arbeiten der Schüler aus: Die Schüler beschäftigen sich oft längerfristig selbstständig mit naturwissenschaftlichen Problemen, die sie in Lerntagebüchern dokumentieren. Auch praktische Arbeiten werden von den Schülern häufig selbstständig durchgeführt. Unterrichtsgespräche im gesamten Klassenverband finden vor allem zur Hausaufgabenbesprechung und zum Vergleich von Ergebnissen statt.

Der japanische Unterricht legt einen besonderen Schwerpunkt auf die Vermittlung zentraler naturwissenschaftlicher Konzepte und Prinzipien. Nur wenige dieser Konzepte und Prinzipien werden vermittelt; sie werden meist selbstständig durch die Schüler formuliert, aus Datenmaterial wie z. B. Diagrammen abgeleitet und anschließend in verschiedenen weiteren Kontexten validiert.

Der australische ähnelt weitgehend dem japanischen Naturwissenschaftsunterricht. Allerdings werden die erarbeiteten Konzepte zusätzlich noch auf Alltagsphänomene bezogen. Typisch für den australischen Unterricht sind die Entwicklung naturwissenschaftlicher Ideen im Rahmen naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen und die Vernetzung der gefundenen Konzepte und Prinzipien mit Hilfe alltagsnaher Phänomene. Außerdem bindet der australische naturwissenschaftliche Unterricht vielfältige Schüleraktivitäten ein, die das Interesse am Unterricht nachhaltig steigern.

Im Gegensatz dazu findet im US-amerikanischen Unterricht kaum eine Vernetzung der Inhalte statt. Konzepte und Prinzipien werden nur selten klar herausgearbeitet und bleiben eher als Einzelfakten nebeneinander stehen. Alltagsbezüge werden – besonders in biologischen Kontexten – im Unterricht angesprochen, bleiben aber trotzdem nur Randerscheinungen, die nicht zentral in das Unterrichtsgeschehen integriert werden.

Vergleicht man den naturwissenschaftlichen Unterricht tschechischer, japanischer, australischer und hongkonger Lehrkräfte, d. h. den naturwissenschaftlichen Unterricht aus Ländern mit überdurchschnittlichen Leistungstestergebnissen, mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht in den USA, d. h. mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht eines Landes mit unterdurchschnittlichen Leistungstestergebnissen, fallen besonders das hohe inhaltliche Niveau und die hohen Erwartungen seitens der Lehrkräfte bei dem Lernfortschritt der Schüler auf. Außerdem ist der Unterricht der vier Länder mit den besseren Leistungstestergebnissen stärker inhaltsbezogen, d. h. der Fokus wird auf die inhaltliche Vernetzung durch die Verwendung naturwissenschaftlicher Konzepte und Prinzipien gelegt; im Gegensatz zu den USA, in denen eine große Bandbreite pädagogischer Ansätze und inhaltsbezogener Aktivitäten beobachtet werden konnte.

Insgesamt lassen sich aus der TIMS 1999 Videostudie für den naturwissenschaftlichen Unterricht unterschiedliche, länderspezifische, typische Verlaufsmuster des Unterrichts ableiten, die jedoch im Falle der Länder, deren Leistungstestergebnisse überdurchschnittlich waren, auf einen gemeinsamen Lehr-Ansatz zurückgehen, in dem inhaltspezifische Aktivitäten eine übergeordnete Rolle einnehmen.

2.3.2.3 Die IPN-Videostudie

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht aus Deutschland lieferten die TIMS-Videostudien aus den Jahren 1995 und 1999 keine Daten. Tatsächlich liegen bis heute insgesamt für den naturwissenschaftlichen Unterricht – besonders für den Biologieunterricht und im Gegensatz zum Mathematikunterricht – kaum vergleichbar dichte, qualitative Informationen vor. Baumert et al. (1997) geben in ihren Analysen der TIMS-Studie an, dass die verfügbaren Unterrichtsstudien auf eine vergleichbare Bedeutung des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs hindeuten, wie dies im Mathematikunterricht der Fall sei.

Mittlerweile liegen besonders für den Physikunterricht einige verlässliche Studien zu Unterrichtsmustern vor (Seidel, 2003; Fischer, 2008). In den Jahren 2000 bis 2004 wurde im Rahmen des DFG Schwerpunktprogramms *BiQua* am IPN eine Videostudie durchgeführt (Seidel & Prenzel, 2004; Seidel et al., 2006), um die Praxis des Physikunterrichts in den Schulstufen 7 bis 9 zu untersuchen. Sie baute auf der TIMS Videostudie Mathematik von 1995 auf.

An der ersten Phase der IPN Videostudie (2000 bis 2002) beteiligten sich 13 zufällig ausgewählte Lehrkräfte von Gymnasien und Realschulen aus den Bundesländern Bayern und Schleswig-Holstein. In der zweiten Phase waren es 50 zufällig ausgewählte Lehrkräfte aus vier Bundesländern. Außerdem wurde eine Studie mit vergleichbarer Stichprobe von Labudde in der deutschsprachigen Schweiz geleitet (Labudde & Duit, 2007).

Im Mittelpunkt standen Aufzeichnungen von Unterrichtsstunden. Die Analyse der Unterrichtsvideos hatte zum Ziel, Verlaufsmuster des Physikunterrichts in Deutschland und in der Deutschschweiz zu identifizieren und zu charakterisieren. Ähnlich wie bei der Auswertung der Videos der TIMS-Studie wurden Arbeitsformen (z. B. Klassengespräch, Stillarbeit, Gruppenarbeit), Phasen des Unterrichts (z. B. Wiederholen, Lernen neuer Inhalte, Experimentieren), die Lernunterstützung während des Klassengesprächs und die Rolle des Experiments kategorisiert.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass der Physikunterricht in Deutschland sehr gleichförmig, sogar einheitlich abläuft (Seidel et al., 2006; Duit, 2006a). In allen, meist lehrerzentrierten Unterrichtsphasen (Wiederholung, Einstieg, Erarbeitung, Anwendung) dominiert, unabhängig vom Inhalt der Unterrichtsstunde, ein sehr eng geführtes fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch. Durch die Unterrichtsgespräche wird aber weder eine Strukturierung des Unterrichts erreicht noch werden die Schüler ausreichend kognitiv aktiviert. Die Schüler haben kaum Möglichkeiten eigene Lernwege zu beschreiten und sind allein dazu aufgefordert den vorgezeichneten Denkschritten der Lehrkraft zu folgen.

Seidel et al. (2006) stellen heraus, dass Experimente, die insgesamt eine große Bedeutung im Physikunterricht haben, häufig nur zu Demonstrationszwecken und nur selten zum Erwerb physikalischer Denk- und Arbeitsweisen genutzt werden. Dies äußert sich z. B. darin, dass den Schülern in der Regel nur wenige Gelegenheiten eröffnet werden, Experimente eigenständig zu planen, durchzuführen und auszuwerten.

Im Rahmen der IPN-Videostudie wurde ebenfalls versucht, Zusammenhänge zwischen Unterrichtsmustern und der fachlichen Leistung der Schüler herzustellen. Dabei konnten keine systematischen Zusammenhänge bezüglich einer bestimmten Methode und einem bestimmten Unterrichtsmuster gefunden werden. So führen Schülerexperimente nicht notwendigerweise zu besseren Leistungen der Schüler (Tesch & Duit, 2004) und lehrerzentrierter Unterricht ist nicht notwendigerweise weniger erfolgreich als schülerorientierter Unterricht (Seidel et al., 2004). Es konnte dennoch abgeleitet werden, dass einige Kennzeichen des Unterrichts zu besseren Leistungen führen (Duit, 2006a): „Dazu zählen: (a) die Vernetztheit des dargebotenen Wissens; (b) das Anknüpfen an Schülervorstellungen bzw. an Vorwissen; (c) das Einbetten in Alltagskontexte; (d) die Schlüssigkeit des Unterrichts; (e) die systematische Unterstützung des Lernens durch die Lehrkräfte.“

Zur IPN-Videostudie ähnliche Ergebnisse des deutschen Physikunterrichts lieferten auch systematische, empirische Untersuchungen einer Essener Physik-Videostudie (Fischer et al., 2002; Reyer, 2004). Der untersuchte Physikunterricht zeichnet sich auch dabei durch das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch und durch kochbuchähnliche Schülerexperimente aus. Die Ergebnisse der Videostudien im deutsch-schweizerischen Vergleich des Physikunterrichts zeigen, dass auch dort der Physikunterricht ähnlich gestaltet ist. Auf der Datenbasis der TIMS 1999 Videostudie kommen auch Baumert und Köller (2001) für die Abschlussklassen der SII zu ähnlichen Ergebnissen eines enggeführten Physikunterrichts.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass in Deutschland ein sehr lehrerzentrierter Physikunterricht vorherrscht, in dem ein eng geführtes fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch dominiert und in dem Experimente zwar eine wichtige Rolle spielen, die Schüler aber nur wenig Gelegenheit haben, sich eigenständig mit den Experimenten und dem vermittelten Stoff auseinanderzusetzen (Duit, 2006a).

2.3.3 Basismodelle nach Oser

Eine andere Möglichkeit der Phasierung von Unterricht sind die Basismodelle bzw. die *Choreographien* des Unterrichts nach Oser (Oser & Baeriswyl, 2001).

Der Theorie der Basismodelle, einige Autoren sprechen auch hier von *Lernskripts* (Trendel et al., 2007), liegt ein Drei-Ebenen-Unterrichtsmodell zugrunde. Demnach

besitzt der Unterricht eine lehrerseitige Tiefenstruktur, eine schülerseitige Tiefenstruktur und eine Sichtstrukturebene. Bei der Sichtstrukturebene handelt es sich um Oberflächenmerkmale, welche die Unterrichtsgestaltung in ihrem beobachtbaren Geschehen erfassen, z. B. die Kommunikation zwischen der Lehrkraft und den Schülern, den Medieneinsatz oder die verwendete Sozialform. Die Tiefenstruktur erfasst die nicht sichtbaren Merkmale des Unterrichtsgeschehens. So umfasst die lehrerseitige Tiefenstruktur beispielsweise die Vorstellungen und Ziele bezüglich der Unterrichtsgestaltung. Die schülerseitige Tiefenstruktur umfasst z. B. das Denken und die Lernprozesse der Schüler, also die fortschreitende kognitive Verarbeitung beim Verarbeiten während des Lernprozesses.

Nach Oser & Baeriswyl (2001, S. 1043) haben Lehrkräfte im Unterricht die Möglichkeit, die Sichtstruktur des Unterrichts relativ frei zu gestalten. Jedoch sind sie bei der Tiefenstruktur an feste Regeln gebunden, damit effizientes Lernen im Unterricht überhaupt stattfinden kann. Außerdem erfordert jedes Lehrziel im Unterricht eine Abfolge von Handlungsschritten oder Operationen, die vollständig und in der richtigen Reihenfolge von den Schülern durchlaufen werden müssen. Lehrkräfte sollten abhängig vom Lehrziel, in den einzelnen Unterrichtsphasen die einzelnen Lernschritte anregen. Jedes Lehrziels erfordert dabei unterschiedliche Handlungsketten, deren Anzahl allerdings begrenzt ist. Oser unterscheiden insgesamt zwölf grundsätzlich verschiedene Lehrziele, die sie als Basismodelle des Lehrens und Lernens (Oser & Baeriswyl, 2001) bezeichnen:

- Lernen durch Eigenerfahrung und entdeckendes Lernen
- Entwicklung als Erziehungsziel (Konzeptwechsel)
- Problemlösen
- Wissensaufbau und Konzeptbildung
- Kontemplatives Lernen
- Strategielernen
- Routinebildung
- Lernen durch Motilität
- Entwicklung von Sozialbeziehungen
- Entwicklung von Wertesystemen
- Lernen mit Hypertext
- Verhandeln

Wenn das im Unterricht vorgegebene Basismodell beispielsweise *Problemlösen* ist, postulieren Oser & Baeriswyl (2001) folgende Handlungsschritte:

1. Problemgenerierung
2. Problempräzisierung
3. Lösungsvorschläge
4. Prüfen der Lösungsvorschläge
5. Vernetzung, Transfer
6. Problemklassen

Bei jedem Handlungsschritt ist die Wahl der Sozialformen oder der Medieneinsatz frei durch die Lehrkraft bestimmbar.

Jede einzelne Lernphase bezeichnet Oser & Baeriswyl (2001) als *Handlungskettenschritt*, hintereinander gesetzt ergeben diese Handlungskettenschritte als spezifische Handlungskette für jedes Basismodell (Lehrziel) die Unterrichtsstruktur für einen gesamten Lernprozess. Oser & Baeriswyl (2001) bezeichnen die Basismodelle auch als *Choreographien des Unterrichts* (Oser & Patry, 1990). Dies rührt daher, dass sie die Basismodelle mit einem Tanz vergleichen. Wie bei einem Tanz (Basismodell) gibt es Grundschriffe (Handlungskettenschritte), die in Abfolge und Rhythmus unveränderlich sind. Bei der Ausgestaltung der einzelnen Elemente (Sichtstruktur) haben die Tänzer jedoch die Möglichkeit, ihre Kreativität einzubringen. Nach Oser & Patry (1990) Ansicht konzentrieren sich die meisten Lehrer auf die Organisation der Sichtstruktur, vernachlässigen aber bei ihrer Planung und Gestaltung von Unterricht die Tiefenstruktur. Die Lernprozesse der Schüler werden damit nicht genügend berücksichtigt (Oser & Baeriswyl, 2001).

2.3.4 Routinen von Lehrkräften

2.3.4.1 *Definition, Merkmale und Abgrenzung*

Helmke (2009, S. 182) definiert Routinen als „sehr spezifische Verhaltensmuster für immer wiederkehrende Situationen“ und ist der Überzeugung, dass sie „für eine effiziente Klassenführung [...] unerlässlich“ sind. Zu den Routinen zählen z. B. Gesten zur Beruhigung störender Schüler oder Bewegung im Klassenraum in Abhängigkeit von bestimmten Unterrichtsphasen. Die Routinen werden von zwei anderen Handlungsnormen abgegrenzt: einerseits sind dies Regeln, die sinnvollerweise mit den Lernenden abgestimmt werden und sich auf allgemeine Verhaltensstandards (z. B. auf Verhalten während Gruppenarbeiten oder bezüglich von Antworten in die Klasse hineinrufen) beziehen; und andererseits Rituale, die Symbolhandlungen „für ein gleichbleibendes, regelmäßiges Vorgehen nach einer festgelegten Ordnung“ darstellen und durch regelmäßige Wiederholung gefestigt werden (Helmke, 2009, S. 182–183). Zu Letzterem zählen z. B. die Begrüßung zu Stundenbeginn, gemeinsame Entspannungsübungen oder Phasen selbstverantwortlichen Lernens.

Die Grenzen zwischen diesen Formen sind laut Helmke (2009, S. 182) fließend. Während Regeln und Rituale von vielen Lehrkräften bewusst formuliert und etabliert werden, was auch für einige Routinen gilt (z. B. Unterbindung von unangemessenem Schülerverhalten durch beruhigende Gesten wie eine Hand auf die Schulter legen), können sich Routinen jedoch auch unbewusst entwickeln und über einen langen Zeitraum hinweg festigen. Für einen effizienten und flüssigen Unterrichtsverlauf sind sie nach Ansicht Helmkes hilfreich, notwendig und unabdingbar (Helmke, 2009, S. 182–183). Denn durch sie ist es den Lehrpersonen möglich, „die für nicht-unterrichtliche Aktivitäten aufgewendete Zeit [zu] minimieren“ und dadurch den Unterricht, die notwendige „Organisation von Lernmaterial [und das] Erledigen von Verwaltungsangelegenheiten“ effizienter zu gestalten sowie Unterrichtsprozesse zielgerichtet zu lenken und zu steuern. (Helmke, 2009, S. 182) geht dabei davon aus, dass diese gut eingespielt sind.

Helmke (2009, S. 182) unterscheidet in Anlehnung an Weinstein (2003) fünf Bereiche unterrichtlichen Handelns, in denen die Entwicklung von Routinen feststellbar ist:

- Verwaltungsroutinen (z. B. Anwesenheitskontrolle, Verteilung von Lehrmaterial);
- Mobilitätsroutinen (z. B. Verlassen des Unterrichtsraums während der Unterrichtszeit, Tafelanschrieb durch die Schüler);
- Routinen bei Stundenbeginn und Stundenende (z. B. Lüften, Konzentrationsübungen);
- Kommunikationsroutinen (z. B. Gespräche während Gruppen-/Partnerarbeiten);
- Routinen der Lehrer-Schüler-Interaktion (z. B. Sprechanteil der Lehrperson, Umgang mit Fehlern).

Die vorliegende Studie bezieht sich schwerpunktmäßig auf die Routinen der Lehrer-Schüler-Interaktion (s. Kapitel 2.3.5.2, S. 64).

Laut Bromme (1985) besitzen Routinen für Lehrkräfte im beruflichen Alltag besondere Bedeutung, da zu den Anforderungen an erfolgreiches Lehrerhandeln die zeitlich parallele Verfolgung mehrerer Ziele gehöre, wie beispielsweise auf allgemeiner Ebene der Umgang mit Unterrichtsstörungen und die Unterrichtskommunikation sowie auf fachlicher Ebene die Gestaltung von Tafelanschrieben oder das Verfassen verschiedener Aufgabenstellungen.

Bromme (1985) weist jedoch auf Schwierigkeiten im Umgang mit dem Begriff *Routine* hin: „Der Routinebegriff wird [...] in der Unterrichtsforschung nur alltagssprachlich gebraucht und impliziert damit, daß die Routinehandlungen ohne handlungsleitendes Wissen ablaufen“. Alltagssprachlich wird unter dem Begriff *Routine* verstanden, dass die routinierten Handlungen – ähnlich wie bei Helmke (2009, S.182) formuliert – „durch häufige Wiederholung entstanden sind“, sehr schnell ausgeführt werden und nur in geringem Maße kognitiver, bewusster Steuerung bedürfen. Laut Bromme (1985) ist häufig in Studienergebnissen zu Subjektiven Theorien festgehalten, dass Lehrkräfte Routinen vor allem dann abrufen, wenn sie auf „methodische Probleme“ stoßen und auf Grund der Schnelligkeit von unterrichtlich ablaufenden Prozessen keine Zeit für bewusste, tiefgründig durchdachte Abwägungen haben, sondern sich schnell entscheiden müssen. Die Nähe zum alltagssprachlichen Routineverständnis wird

besonders in den letzten beiden Punkten (schnelle Ausführung sowie geringer Bewusstseinsgrad) deutlich.

Bromme (1985) betont jedoch, dass Routinen nicht jeglichen Bewusstseins und Wissens entbehren, sondern auf eine besondere Fähigkeit der Umstrukturierung von Wissen zurückzuführen sind. So bauen Experten ein Begriffssystem auf, das ihnen in konkreten Problemsituationen ermögliche, zur Lösung notwendige Informationen abzurufen, zu abstrahieren, zu interpretieren, mit Erfahrungswissen abzugleichen, zu bewerten und lösungsorientiert einzusetzen. Um den Erfolg dieser Routinen zu gewährleisten, geht Bromme (1985) von einem intern repräsentierten Wissens aus, das in verdichteter Form vorliegen muss. Mit „Verdichtung“ meint Bromme (1985), dass im problembezogenen Wissen der Lehrkraft „Informationen über Lösungsbedingungen und Lösungsschritte“ zusammengefasst vorliegen.

Um über die negative Konnotation des vermeintlich fehlenden Bewusstseins bezüglich des Routinenbegriffs hinweg zu kommen, schlägt Bromme (1985) vor, stärker zu beachten, welche situativen Merkmale „überhaupt wahrgenommen und welche ignoriert oder als unwichtig bezeichnet werden“. Zu beachten sei ferner, dass die Einstufung einer Situation als problematisch oder unproblematisch von der Lehrererfahrung abhängt. All dies sei auf ein berufsbezogenes Wissen zurückzuführen und verdeutliche, dass bei Routinen durchaus – im Widerspruch zur alltagssprachlichen Definition – eine Wissensgrundlage existiert, auch wenn Lehrkräfte selbst nicht in der Lage seien, diese explizit zu verbalisieren.

Im Gegensatz zu Brommes Ansatz gehen Autoren, die dem Forschungsprogramm Subjektiven Theorien angehören, davon aus, dass Handlungen zunächst kognitiv repräsentiert seien, bewusst durchgeführt würden und planerisch sind. Anschließend würden sie durch Übung so weit automatisiert, dass das handlungsleitende Wissen in der konkreten Situation nicht mehr voll rekonstruierbar, also aus der bewussten Wahrnehmung „abgesunken“ sei und die Qualität von Handlungsrouinen erlangen würde (Rustemeyer, 2007, S. 109–110).

2.3.4.2 *Veränderung von Routinen*

Ähnlich wie bei der Veränderung Subjektiver Theorien (s. Kapitel 2.2.6, S. 40) steht auch bei der Veränderung von Routinen die Reflexion im Vordergrund. Die Erweiterung und Verbesserung von Handlungsrouinen ist nach dem Ansatz der Autoren des Forschungsprogramms Subjektive Theorien primär über reflektierendes Nachdenken zu erreichen. Ein Beleg dafür ist, dass „falsche“ Routinen von Experten besonders effektiv durch eine bewusste Reflexion verändert werden können. Ebenfalls mit Blick auf die Unterrichtsentwicklung vertreten Meyer et al. (2007) die Auffassung, dass „eingefahrene Routinen [...] verflüssigt, aber irgendwann auch wieder verfestigt werden“ müssen, was allerdings ein Bewusstsein bzw. eine Bewusstmachung der angewandten Routinen bei den Lehrkräften voraussetze, ebenso wie die Bereitschaft, diese Routinen kritisch zu reflektieren und bei Bedarf abzuwandeln, aufzugeben und/oder umzustrukturieren.

2.3.5 Prototypische Routinen von Lehrkräften

2.3.5.1 *Definition für prototypische Routinen von Lehrkräften*

Zur Definition prototypischer Routinen von Lehrkräften wird einerseits die Ebene der Handlungen der Lehrkräfte im Unterricht, andererseits die Ebene derjenigen Kognitionen, die diese Handlungen steuern, betrachtet.

Die Ergebnisse der TIMS-Studien und der IPN-Videostudie beschreiben den Unterricht weitestgehend auf der Handlungsebene, d. h. auf der Sichtstrukturebene (s. Kapitel 2.3.2, S. 48), welche zum Verständnis des Unterrichts allein nicht ausreichend ist (Fischer et al., 2003). Zur vollständigen Beschreibung des Unterrichts muss auch die Tiefenstruktur betrachtet werden, zu der nach Oser & Baeriswyl (2001, S. 1043) auch die nicht sichtbaren Merkmale des Unterrichtsgeschehens wie z. B. die Vorstellungen und Ziele über die Unterrichtsgestaltung, gehören (s. Kapitel 2.3.3, S. 55).

Ein anderer Ansatz zur Beschreibung der Ebene der handlungsleitenden Kognitionen ist die Deutung durch mentale Skripts. Diese stellen nach Fischer (2008, S. 52) „mentale Repräsentation einer systematischen, teilroutinisierten Handlungsabfolge“ dar (s. Kapitel 2.3.1, S. 46). Laut Seidel (2003, S. 35) zeichnet diese außerdem aus, dass sie auf implizitem Wissen bezüglich typischen Unterrichts beruhen, „mit der Funktion, dass der Ablauf und wesentliche Kennzeichen von Unterricht für die beteiligten Personen nicht ständig neu expliziert werden müssen“. Diese Eigenschaft und die starke Automatisierung der Handlungsabläufe haben Skripts mit den Routinen gemein (s. Kapitel 2.3.4, S. 58), die vor allem die Handlungsebene des Unterrichts beschreiben. Laut Helmke (2009, S. 182) stellen Routinen „sehr spezifische Verhaltensmuster für immer wiederkehrende Situationen“ dar. Nicht vollständig geklärt ist bisher, inwieweit Routinen implizites Wissen darstellen oder ob sie kognitiv repräsentierte Handlungen darstellen, die zunächst bewusst durchgeführt werden und anschließend so weit automatisiert werden, dass sie aus der bewussten Wahrnehmung „absinken“ (Blömeke et al., 2003).

Eine mögliche Erklärung zur Genese der mentalen Skripts bieten die Subjektiven Theorien der Lehrkräfte über das Lehren und Lernen. Die Subjektiven Theorien beeinflussen einerseits die allgemeinen Zielvorstellungen der Lehrkräfte im Unterricht, andererseits die Wahrnehmung und Deutung von Unterrichtssituationen. Außerdem

beeinflussen sie die an Schüler gerichteten Erwartungen und somit das professionelle Handeln der Lehrkräfte (Baumert & Kunter, 2006, s. Kapitel 2.2, S. 22).

Das in dieser Arbeit verwendete Konstrukt der *prototypischen Routinen* beschreibt auf der Sichtstrukturebene einzelne Teilsequenzen eines Unterrichtsskripts einer Stunde. Beispielsweise könnte dies die Einführungssequenz eines Unterrichtsskripts wie des z. B. in den TIMS-Studien beschriebenen Unterrichtsskripts sein. Gleichzeitig lassen sich durch die Abfolge bzw. Muster verschiedener prototypischer Routinen von Lehrkräften, vergleichbar der Handlungskettenabfolge nach Oser & Baeriswyl (2001), Hinweise über die mentale Repräsentation von Unterricht ableiten. Dieser Arbeit liegt die Annahme zugrunde, dass die Handlungen von erfahrenen Lehrkräften stark routinisiert erfolgen und auf mentalen Skripten beruhen, die von den Lehrkräften oft nicht direkt expliziert werden können. Die mentalen Skripts beruhen auf den Subjektiven Theorien der Lehrkräfte.

Weiterhin sind prototypische Routinen von Lehrkräften wie Teile ihres professionellen Wissens fachspezifisch und können zusätzlich an bestimmte Inhalte des Unterrichts gebunden sein. Auch fachspezifische, aber dabei inhaltsunspezifische prototypische Routinen sind denkbar, beispielsweise bei der Verwendung von Experimenten im Unterricht.

Folgende Arbeitsdefinition *prototypischer Routinen* liegt dieser Arbeit zugrunde:

Prototypische Routinen stellen kurze, routinisierte, fachspezifische Sequenzen von Lehrerhandlungen mit wesentlicher Funktion innerhalb der fachlichen Lehr- und Lernprozesse einer Unterrichtsstunde dar. Sie beziehen sich einerseits auf die Sichtstrukturebene von Unterricht, andererseits sind sie mental repräsentiert in Form systematisch organisierter, *mentaler Skripts*. Die mentalen Skripts haben ihren Ursprung in den Subjektiven Theorien der Lehrkräfte.

2.3.5.2 Beispiele für prototypische Routinen von Lehrkräften im Unterricht

Umgang von Lehrkräften mit Experimenten im Unterricht

Das Experimentieren stellt seit jeher eine bedeutende fachspezifische Arbeitsweise im Biologieunterricht dar, bei der Schüler unterschiedliche, komplexe Handlungen durchführen müssen. Dazu zählen u. a. das Beurteilen, Schlussfolgern, Verallgemeinern, Beobachten, Vergleichen, Beschreiben, Protokollieren, Zeichnen usw. Das Experiment soll im Biologieunterricht Einblicke in die Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung gewähren und den Weg zu allgemeinen Gesetzmäßigkeiten aufzeigen. Auf Grund der großen Bedeutung von Experimenten als fachspezifischer Arbeitsweise ist es nicht verwunderlich, dass die Einbettung von Experimenten in den Unterricht und die Bedeutung von Experimenten für Schüler durch eine Vielzahl von Studien sehr gut untersucht ist. Bereits zu Beginn der 90-er Jahre gab es mehrere tausend empirische Untersuchungen, welche die Lernförderlichkeit von Experimenten nachzuweisen oder zu widerlegen versuchten (Berck & Graf, 2005, S. 140). Bis heute ist die Anzahl stetig gewachsen.

Die Entscheidungen zum Einsatz von Experimenten und die Handlungen im Unterricht werden u. a. durch die Subjektiven Theorien und die Vorstellungen der Lehrperson über die *Natur der Naturwissenschaften* (NOS) bestimmt. Dazu gehören auch Vorstellungen über den „richtigen“ Einsatz von Experimenten im Unterricht (siehe z. B. Jonas-Ahrend, 2004; Fischler, 2000b). Besonders die sinnvolle Einbettung eines Experiments in den Unterrichtsablauf stellt immer wieder eine große Herausforderung für die Lehrkräfte dar. Auf der einen Seite gibt es eine Vielzahl von im Unterricht durchführbaren Experimenten und auf der anderen Seite eine vergleichbar große Vielzahl an in der fachdidaktischen Literatur dokumentierten Möglichkeiten, diese im Unterricht zu verwenden. Nicht nur bei der Auswahl und Einbettung von Experimenten in den Unterricht, aber gerade auch hier, zeigt sich, dass die Konzeptionen „guten Unterrichts“ aus fachdidaktischer Sicht oft nicht mit den diesbezüglichen Konzeptionen der Lehrkräfte in der Praxis zusammenpassen (Müller, 2004; Tesch & Duit, 2004). Die Lehrkraft hat außer inhaltlichen Entscheidungen die Wahl zwischen unterschiedlichen Formen von Experimenten, die in der gängigen biologisch-fachdidaktischen Literatur auf folgende Art und Weise eingeteilt werden (siehe z. B. Killermann et al., 2008, S. 145–149; Spörhase-Eichmann et al. 2008, S. 152–155; Berck & Graf, 2005, S. 139–143; Eschenhagen et al., 1998).

In Bezug auf die Genauigkeit der erwarteten Ergebnisse wird in qualitative und quantitative Experimente unterschieden:

- Qualitative Experimente gelten in der Unterrichtspraxis als leichter durchführbar, da in der Regel nur jeweils ein Untersuchungsfaktor variiert wird.
- Quantitative Experimente, bei denen es um die Erfassung exakter, zahlenmäßig fassbarer Ergebnisse geht, gelten hingegen als aufwändiger, da sie häufig mit einem höheren messtechnischen Aufwand verbunden sind.

Eine weitere Einteilung erfolgt im Hinblick auf die an der Durchführung beteiligten Personen. Dazu zählen das Lehrerexperiment, das Demonstrationsexperiment, an dem sowohl Lehrer als auch Schüler beteiligt sein können, und das Schülerexperiment. Lehrer- und Demonstrationsexperimente werden wegen ihres geringen Arbeits- und Zeitaufwands sowie wegen ihres oft recht hohen Gefährdungspotenzials für Schüler im Unterrichtsalltag bevorzugt eingesetzt und durchgeführt. Wenn die Schüler an Planungs- und Auswertungsphasen intensiv beteiligt sind, können diese Experimente sehr leistungsförderlich sein (Füller, 1992).

Außerdem werden Experimente nach ihrer Abstraktionsebene unterschieden. Damit sind reale Objekte, Funktionsmodelle oder virtuelle Modelle gemeint. Zu den virtuellen Modellen zählen auch die Gedankenexperimente.

Schließlich können Experimente noch nach ihrer didaktischen Funktion eingeteilt werden (Hafner, 1978). So können Experimente als motivierende Unterrichtseinstiege verwendet werden, wobei es sich in der Regel um ein Demonstrationsexperiment der Lehrkraft handelt. Bei didaktisch induzierenden Experimenten (auch *klärende Experimente* genannt), die eine Abwandlung des naturwissenschaftlichen Forschungsexperiments darstellen, wird so experimentiert, dass Hypothesen, die aus im Unterricht zuvor entwickelten Fragen oder Problemstellungen abgeleitet wurden, bestätigt oder widerlegt werden. Anschließend werden die Untersuchungsergebnisse genutzt, um allgemeine Schlussfolgerungen zu formulieren. Die Bezeichnung *didaktische Induktion* wird hier bewusst der *wissenschaftlichen Induktion* gegenübergestellt, da der Lehrkraft die Ergebnisse vor der Durchführung bereits bekannt sind. Lässt die Lehrkraft bei der Planung und Durchführung eines Experiments den Schülern ausreichend Freiraum, können diese für sich zu neuen Entdeckungen gelangen, weshalb diese Vorgehensweise aus Schülersicht durchaus einen induktiven Erkenntnisprozess darstellt.

Das Ziel der didaktischen Deduktion besteht darin, durch ein Experiment bereits bekannte Inhalte zu bestätigen (*Bestätigungsexperiment*). Sie dienen somit der Sicherung,

Übung oder Wiederholung der im Unterricht zuvor erarbeiteten Zusammenhänge und werden daher typischerweise im Anschluss an die Problemlösungsphase durchgeführt. Im Gegensatz dazu erfolgen die klärenden Experimente in der Regel nach der Hypothesenformulierung und vor der Problemlösung.

Welche der genannten Formen des Experiments für den Unterricht gewählt werden, ist u. a. einerseits vom Routinerepertoire einer Lehrkraft (Bromme, 1985) und von den Zielen abhängig, welche die Lehrkräfte mit Hilfe eines Experiments erreichen möchten. So wurde z. B. in der europäischen Delphi-Studie untersucht, welche Ziele Lehrkräfte mit dem Experimentieren im Unterricht in der Sekundarstufe II und der Universität verbinden (Welzel et al., 1998). Experimente dienen demnach:

- der Verbindung von Theorie und Praxis,
- der Förderung von experimentellen Fähigkeiten,
- dem Kennenlernen der Methoden des wissenschaftlichen Denkens,
- der Motivation der Schüler, der Entwicklung der Persönlichkeit und der Förderung der sozialen Kompetenz sowie
- der Überprüfung von Wissen.

Diese Ziele werden von allen europäischen naturwissenschaftlichen Lehrkräften in vergleichbarer Reihenfolge angegeben. Allerdings ergibt sich eine biologiespezifische Ausnahme: in allen Ländern Europas schätzen die Biologielehrkräfte das Ziel „Methoden wissenschaftlichen Denken kennenzulernen“ wichtiger ein als die Kollegen anderer naturwissenschaftlicher Fachdisziplinen. Außerdem halten sie, ebenfalls im Gegensatz zu ihren naturwissenschaftlichen Kollegen, dieses Ziel für wichtiger als „experimentelle Fähigkeiten zu erwerben“. Auch hier ist zu bedenken, dass sich von Lehrkräften berichtete Ziele und tatsächlich durchgeführter Unterricht deutlich voneinander unterscheiden können. So stellen Müller & Duit (2004) in ihrer Untersuchung fest, dass alle befragten Lehrkräfte die wichtige Rolle von Schülerexperimenten betonen, dass im Unterricht dieser Lehrkräfte jedoch wenige oder keine Schülerexperimente durchgeführt werden. Typischerweise wird naturwissenschaftlicher Unterricht, genauer gesagt Physikunterricht, der Oberstufe meist durch Demonstrationsexperimente begleitet und strukturiert, auf welche die Schüler wenig Einfluss haben (Baumert & Köller, 2000). Tesch & Duit (2004) fassen in einem Überblick über das Experimentieren im Physikunterricht zusammen, dass das gelenkte Schülerexperiment nur selten, die eigenständige Entwicklung von Experimenten durch Schüler praktisch nicht vorkommt. Nach Tesch & Duit (2004) kann die dominierende

Unterrichtsform als eine Kombination von Lehrerexperiment, Lehrervortrag und fragend-entwickelndem Unterrichtsgespräch mit starker Lehrerlenkung beschrieben werden. In ihrer eigenen Studie zum Experimentieren im Physikunterricht kommen sie zu dem Ergebnis, dass das Experimentieren trotz relativ kurzer Handlungsphasen (28 %) den Unterrichtsverlauf zu durchschnittlich etwa zwei Dritteln beeinflusst. Typisch für eine Physikstunde im Anfangsunterricht sind instruktionsorientierte Schülerexperimente und Demonstrationen, die in ein Klassengespräch eingebettet sind. Die Studie konnte außerdem zeigen, dass weniger die Durchführung eines Experiments im Unterricht, sondern eher die Vor- und Nachbereitung von Experimenten, also die Einbettung in den Unterrichtsverlauf, eine wichtige Bedeutung für die Leistungsentwicklung der Schüler des untersuchten Physikunterrichts hatte (Tesch & Duit, 2004). Für den Biologieunterricht sind bisher keine empirischen Analysen zum Einsatz und zur Einbettung von Experimenten in den Unterricht bekannt. Jatzwauk (2007) konnte in seiner Studie zeigen, dass im Biologieunterricht zum Thema *Blut- und Blutkreislauf* zwar Experimente durchgeführt werden (etwa 9% der im Unterricht verwendeten Aufgaben bezogen sich auf Experimente), diese jedoch kaum durch entsprechende vorbereitende oder nachbereitende Aufgaben adäquat in den Unterricht einbezogen wurden. In keiner der 45 von Jatzwauk (2007) beobachteten Unterrichtsstunden sollten Schüler im Vorfeld eines Experiments Fragen formulieren, Hypothesen generieren oder die Experimente selbstständig planen. Wenn überhaupt, wurden die Schüler durch ein Unterrichtsgespräch auf das kommende Experiment vorbereitet.

In der vorliegenden Studie wurden aus der zuvor dargestellten Literatur folgende typische Vorgehensweisen von Lehrkräften im Umgang mit Experimenten während des Biologieunterrichts abgeleitet. Sie dienen zur Klärung der Frage, welche der vorgestellten Möglichkeiten im Umgang mit Experimenten prototypische Routinen von Biologielehrkräften unabhängig vom in der Unterrichtsstunde behandelten Inhalt darstellen.

Umgang von Lehrkräften mit Unterrichtseinstiegen

Unterrichtseinstiege nehmen eine gewisse Sonderstellung im Unterrichtsgeschehen ein, da sie im Gegensatz zum beispielsweise Experimentieren Bestandteil jeder Unterrichtsstunde sind und somit eine besonders typische Form des Unterrichts darstellen (Berck & Graf, 2005, S. 182). Als Folge der im Tagesverlauf einer Lehrkraft

mehrmaligen Wiederholung ist besonders die Phase des Unterrichtseinstiegs stark ritualisiert (Winkel 1993, zitiert nach Greving, 2007, S. 16). Dabei können Unterrichtseinstiege allerdings im Gegensatz zum Experimentieren im Unterricht nicht als eindeutig definiertes Konstrukt angesehen werden. Weder für den Ablauf noch für die Planung ist es möglich, spezifische Merkmale anzugeben, da es sich bei Unterrichtseinstiegen häufig um eine Kombination von Lernformen handelt (Berck & Graf, 2005, S. 182). Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass es für die Unterrichtseinstiege mehrere nahezu völlig synonyme Bezeichnungen gibt: Eröffnungsphase, Stundeneröffnung, Hinwendung, Motivation, Problemgewinnung, Hinführung, Unterrichtsbeginn usw. (Berck & Graf, 2005, S. 182). Die Vielfalt der Begriffe geht unter anderem darauf zurück, dass Unterrichtseinstiege aus der Sicht unterschiedlicher Fachrichtungen beschrieben werden, z. B. aus der Sicht allgemeiner Pädagogen, aus fachdidaktischer Perspektive oder aus unterrichtspraktischer Sicht (vgl. Graf, 1995a, Graf, 1995b, Graf, 1995c, Graf, 1995d; Berck, 1992; Thömmes, 2005; Greving, 2007; Grell, 2007; Geißler, 2005).

Für den Unterrichtsprozess übernimmt der Unterrichtseinstieg mehrere wichtige Funktionen. Da es selten fließende Übergänge zwischen Unterrichtsstunden gibt, spielt er die entscheidende Rolle, wenn es darum geht, dass sich sowohl die Lehrkraft als auch die Schüler auf die Lerneinheit einlassen. Ein gelungener Unterrichtseinstieg soll die Lernmotivation und das Interesse der Schüler fördern (Thömmes, 2005, S. 9–10; Berck & Graf, 2005, S. 182). Die Lernmotivation steigt besonders dann, wenn der Unterrichtseinstieg kollative Eigenschaften wie Neuheit, Komplexität, Mehrdeutigkeit oder Inkongruenzen enthält. Besonders häufig werden im Biologieunterricht die Inkongruenzen in Form von „kognitiven Konflikten“ für den Unterrichtseinstieg verwendet. Kognitive Konflikte können z. B. durch Zweifel an Informationen, durch Konfrontation mit Problemen, durch unklare oder unvollständige Informationen, durch Phänomene, die der Erwartung widersprechen, oder durch Informationen, die in das bisherige Wissen nicht eingeordnet werden können, erzeugt werden (Berck & Graf, 2005, S. 182). Nach Todt & Arbinger (1977) und Todt (1978) sollten die Unterrichtseinstiege zur Motivationssteigerung außerdem anschaulich sein und Beispiele enthalten; sie sollten situiertes Lernen ermöglichen, indem Anwendungsbezüge geschaffen werden. Zusätzlich sollten Unterrichtseinstiege manuelle und kognitive Aktivitäten der Schüler fördern, Nervenkitzel bieten oder Experimente enthalten (Todt & Arbinger, 1977). Außerdem können Unterrichtseinstiege zum Ziel haben, in ein neues Thema einzuführen. Durch einen Unterrichtseinstieg durch den das Thema oder die

Ziele verdeutlicht werden, erhalten die Schüler eine Orientierung für den Verlauf der anschließenden Unterrichtsstunde. Außerdem kann es mit Hilfe eines geeigneten Unterrichtseinstieges gelingen, altes und neues Wissen miteinander zu verknüpfen (Thömmes, 2005, S. 10).

Verkürzt könnte man die Aussagen der fachdidaktischen Literatur zu Unterrichtseinstiegen folgendermaßen zusammenfassen: Ein optimaler Unterrichtseinstieg ergibt sich, indem zu einem gegebenen Unterrichtsthema möglichst alltagsnah und anschaulich ein Problem möglichst in Form eines kognitiven Konflikts formuliert wird (vgl. z. B. Berck & Graf, 2005, S. 183).

Die Systematisierung von Unterrichtseinstiegen fällt insgesamt jedoch sehr schwer. In der biologiedidaktischen Fachliteratur lassen sich, vermutlich weil Unterrichtseinstiege oft Kombinationen von Lernformen darstellen, nur wenig systematische oder empirische Literaturbelege finden. Die Herausstellung der Bedeutung der Unterrichtseinstiege und der darauf folgenden weiteren Unterrichtsphasen gehen allerdings sehr weit zurück. Schon früh stellte Herbart (1776-1841) fest, dass effizienter Unterricht aus einzelnen, sinnvoll aufeinander aufbauenden methodischen Schritten besteht, die von der Lehrkraft gut durchdacht werden müssen. Herbart entwickelte ein erkenntnistheoretisches Formalstufenmodell, welches über viele Jahrzehnte Gültigkeit hatte und als Grundlage für viele weitere Modelle diente, die den Erkenntnisserwerb in einzelnen Stufen beschrieben (Herbart, 1983 zitiert nach Killermann et al., 2008, S. 224). In den siebziger Jahren des vorangegangenen Jahrhunderts stellten verschiedene Autoren wie z. B. Roth (1973) oder Tausch & Tausch (1973), diesen Modellen lernphysiologisch abgeleitete Lernstufenmodelle gegenüber. Das in der heutigen fachdidaktischen Literatur verwendete *Artikulationsschema* (z. B. Berck & Graf, 2005, S. 183; Killermann et al., 2008, S. 224–229; Pfeifer et al., 2002, S. 246) geht auf Tausch & Tausch (1973) zurück. Den genannten Modellen ist der Unterrichtseinstieg gemeinsam, der stets die erste Artikulationsstufe darstellt, auch wenn diese jeweils unterschiedlich bezeichnet wird. Ziel der ersten Artikulationsstufe ist es, die Motivation und das Interesse der Schüler zu wecken. Typische motivationale Maßnahmen in der ersten Artikulationsstufe sind die Verwendung von stummen Impulsen, Naturobjekten, Experimenten, Provokationen, Erzählungen aus wissenschaftlichen oder aktuellen Medien, Demonstrationen von Gegenständen oder von kurzen Unterrichtsgängen/ kurzen Exkursionen (Killermann et al., 2008, S. 225).

Empirische Belege zur Vorgehensweise von Lehrkräften bei Unterrichtseinstiegen lassen sich in der TIMS 1999 Videostudie finden (Roth et al., 2006). Lehrkräfte

unterscheiden sich in ihrer Vorgehensweise auch hier oft deutlich voneinander. Wie beim Umgang mit Experimenten (s. Kapitel 2.3.5.2, S. 64) bestimmen auch beim Einstieg in den Unterricht auf der einen Seite die Inhalte der Unterrichtsstunde und auf der anderen Seite die Subjektiven Theorien der Lehrkräfte die Auswahl eines für die Unterrichtsstunde passenden Unterrichtseinstiegs.

Im Rahmen der TIMS 1999 Videostudie konnte gezeigt werden, dass es sich bei naturwissenschaftlichem Unterricht in erster Linie um problemlösenden Unterricht handelt (Roth et al., 2006), bei dem der Einstiegsphase eine besondere Bedeutung zukommt. So ist in den Unterrichtsstunden Australiens und Japans, also in Ländern, deren Schüler besonders gute Leistungen zeigten, zu erkennen, dass bereits zu Beginn der Unterrichtsstunden darauf Wert gelegt wird, kognitiv anspruchsvolle Aufgaben und Probleme zu formulieren. Die videografierten Lehrkräfte der TIMS-Studie versuchten dabei allgemeingültige, naturwissenschaftliche Prinzipien und Konzepte zu verdeutlichen, um auf diese Weise den Unterricht zu strukturieren. Außerdem haben die Aufgaben, besonders in den australischen Unterrichtsstunden, auch einen deutlichen Bezug zum Alltag der Schüler. Im Verlauf der folgenden, meist handlungsorientierten Unterrichtsstunde sollten die Schüler weitgehend selbstständig und evidenzbasiert wissenschaftliche Quellen oder Experimente auswerten oder Sachverhalte zueinander in Beziehung setzen, um zu einer Problemlösung zu gelangen.

Umgang von Lehrkräften mit Schülervorstellungen

Die Identifikation von Schülervorstellungen⁷ und die Beschreibung möglicher Herangehensweisen diesen im Unterricht zu begegnen, ist seit ca. 40 Jahren Inhalt zahlreicher Studien der fachdidaktischen, pädagogischen und psychologischen Forschung. Im Bereich der Fachdidaktik wird von Duit und Pfundt seit 1984 eine Bibliografie zu vor allem naturwissenschafts-didaktischen Beiträgen geführt (vgl. Duit, 2009). Diese umfasst nach 25 Jahren etwa 8.400 internationale Beiträge. Mehr als 2.600 dieser Beiträge beziehen sich auf den biologischen Bereich. Schon allein die große Zahl der Studien macht deutlich, welche immense Bedeutung Schülervorstellungen für die Unterrichtsforschung und deren Ergebnisse fürs Lernen im Unterricht haben. Dem gegenüber steht die Beobachtung, dass das Wissen der Lehrkräfte bezüglich der Bedeutung von vorunterrichtlichen Vorstellungen gering zu sein scheint. Den

⁷ In der deutschen fachdidaktischen Literatur findet man häufig außer dem Begriff *Schülervorstellung* auch die synonym verwendeten Begriffe *Alltagsvorstellungen* und *vorunterrichtliche Vorstellungen*. Diese werden hier ebenfalls synonym verwendet.

Lehrkräften wird dabei sogar ein „naives“ Bild des Lernens ihrer Schüler nachgesagt (Duit, 2006b). Ditton (2002) beschreibt, dass Unterricht, der an Schülervorstellungen orientiert und damit zumeist nach konstruktivistischen Gesichtspunkten des Lehrens und Lernens gestaltet ist (s.u.), in der Regel zu besseren Ergebnissen führt.

Die Erkenntnisse aus den zahlreichen Einzelstudien zu Schülervorstellungen vergangener Jahre sind ausführlich in mehreren Reviews oder Monographien zusammengefasst (vgl. u. a. Häußler et al., 1998; Duit, 1993). Im Folgenden werden eine kurze Begriffsbestimmung und ein kurzer Überblick über den möglichen Umgang von Lehrkräften mit Schülervorstellungen im Unterricht gegeben.

Häußler et al. (1998, S. 169) definieren Schülervorstellungen als Kontrast der Alltagsvorstellungen von Schülern auf der einen Seite zu den wissenschaftlichen Vorstellungen auf der anderen Seite. Schüler besitzen oft reichhaltige Vorstellungen über naturwissenschaftliche Phänomene und Begriffe, die aus ihren Alltagserfahrungen, aus Erfahrungen mit ihrem eigenen Körper, mit Sprache oder auch aus vorangegangenen Unterricht hervorgehen. Oft stimmen diese vorunterrichtlichen Vorstellungen, damit sind auch die Vorstellungen aus vorangegangenen Unterricht gemeint, jedoch nicht mit den wissenschaftlichen Vorstellungen überein. Die vorunterrichtlichen Vorstellungen können problematischerweise das Lernen behindern, da sie die einzige Interpretationsgrundlage der Schüler für den zu lernenden Unterrichtsinhalt sind, was dazu führen kann, dass die neuen Inhalte falsch verstanden werden. Außerdem behindern sie z. B. auch den Problemlöseprozess oder das Beobachten beim Experimentieren (Häußler et al., 1998, S. 169). Schülervorstellungen scheinen außerdem unabhängig von Alter, Intelligenz und kulturellem Hintergrund der Schüler zu sein (Weitzel, 2008, S. 91). Der geringe Lernfortschritt der Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht wird daher nicht selten durch die Probleme erklärt, die sich aus der Fehlinterpretation der wissenschaftlichen Vorstellungen auf der Grundlage der Alltagserfahrungen der Schüler ergeben (Häußler et al., 1998, S. 169).

Nach Häußler et al. (1998, S. 232-233) sind vorunterrichtliche Vorstellungen sehr stabil. Selbst wenn es z. B. im Rahmen eines Experiments im Unterricht gelingt den Schülern Beweise zu liefern, die gegen ihre eigenen Vorstellungen sprechen, haben diese oft nur eine kurze Reichweite. Sie werden nicht geglaubt; d. h. sie werden zwar akzeptiert, aber nicht in die eigenen Vorstellungen einbezogen, oder sie werden sogar vollständig

ignoriert (Duit, 2007). Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Aufgabe eigener Überzeugungen und Vorstellungen zunächst den Verlust von stabiler Orientierung bedeuten kann. Die vorunterrichtlichen Vorstellungen haben sich im Alltag schließlich gut bewährt und somit besteht von Schülerseite aus kein Bedarf, diese zu verändern. Ziel des Unterrichts sollte daher sein, zumindest eine Koexistenz zwischen Alltagsvorstellungen und wissenschaftlichen Vorstellungen zu schaffen. Um dies zu erreichen, muss der Unterricht an die vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schüler anknüpfen und ihre Eigenaktivitäten fordern und fördern. Die vorunterrichtlichen Vorstellungen spielen somit zwei widersprüchliche Rollen: sie sind einerseits notwendiger Anknüpfungspunkt des Lernens, andererseits aber auch Lernhemmnis (Häußler et al., 1998, S. 232–233).

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht lassen sich eine Vielzahl von typischen vorunterrichtlichen Vorstellungen nachweisen, auch wenn einige Lehrkräfte das Vorhandensein von vorunterrichtlichen Vorstellungen vollständig zu ignorieren scheinen. Allerdings sind einige Autoren der Meinung, dass besonders im Unterrichtsfach Biologie weniger die Schülervorstellungen das Lernen behindern, sondern eher das eigentliche „Nichtwissen“ (Brinkman, 1997; Lawson, 1988).

In Tabelle 6 sind zusammenfassend einige vorunterrichtliche Vorstellungen für den Biologieunterricht aufgeführt, die auf die Bibliografie von Duit (2009) zurückgehen:

Tabelle 6 Typische Schülervorstellungen im Biologieunterricht (vgl. Weitzel, 2008, S. 91–95)

Schülervorstellungen zum Klassifizieren von Tieren (Kattmann & Schmitt, 1996)	Wenn Schüler Tierarten selbstständig ordnen, dann ordnen sie diese meist nach Lebensraum („Wassertiere“) oder Fortbewegungsart („Flugtiere“).
Schülervorstellungen zur Fotosynthese (Canal, 1999)	Schüler haben die Vorstellung, dass die Licht- und Dunkelreaktion zeitlich getrennt ablaufen. Außerdem nehmen sie an die Dunkelreaktion fände im Dunkeln statt. Pflanzen zeigen darüber hinaus keine Dissimilation.
Schülervorstellungen zum Sehen (Gropengießer, 2006)	Schüler haben die Vorstellung, dass vom menschlichen Auge „Sehstrahlen“ ausgehen, welche die Umwelt abbilden. Außerdem sei das Auge selbst für die gesamte Wahrnehmung verantwortlich und die Umwelt werde von diesem real abgebildet.
Schülervorstellungen zur Genetik und Vererbung (Banet & Ayuso, 2003; Wandersee et al., 1995)	Mutationen werden durch die Schüler oft ausschließlich in Form von Krankheiten mit negativen Auswirkungen auf den menschlichen Körper in Verbindung gebracht. Außerdem fällt die Unterscheidung von Gen und Merkmal schwer. Die Vererbung wird als direkte Weitergabe von Eigenschaften angesehen.
Schülervorstellungen zur Evolution (Baalmann et al., 2004)	Schüler haben die Vorstellung, dass evolutionäre Prozesse intentional vonstatten gehen. Z. B. passten sich Pflanzen und Tiere absichtlich und mit dem Ziel, besser mit den Umweltfaktoren zurechtzukommen, ihrer Umwelt an. Insgesamt sind die Vorstellungen oft den historischen, lamarckistischen Vorstellungen sehr ähnlich.
Schülervorstellungen zur Zelle (Brinschwitz, 2002)	Die Schüler haben die Vorstellung, dass Zellen des Körpers nur an bestimmten Stellen zu finden seien. Außerdem fällt ihnen der Wechsel der Systemebenen schwer, besondere Probleme bereiten die Größenzuordnungen.
Schülervorstellungen zur Osmose (Wood-Robinson, 1994)	Die Schüler sehen die Osmose als statischen Vorgang an, bei dem die beteiligten Teilchen bestimmte Ziele verfolgen (z. B. in ein Kompartiment mit geringerer Teilchenkonzentration zu gelangen).
Schülervorstellungen zum menschlichen Blutkreislaufsystem (Schmiemann, 2008 unveröffentlicht; Hammann, 2003)	Die Schüler verstehen den Kreislauf als „Einbahnstraße“, in der das Blut vom Herzen zum Effektororgan fließe; der Rückfluss finde nicht statt. Außerdem haben die Schüler die Vorstellung, dass sich das Blut frei im Organismus verteile; ein Adersystem wird nicht in die Vorstellungen einbezogen.

Duit (2004) fasst die Erkenntnisse zur Rolle von vorunterrichtlichen Schülervorstellungen in folgenden „Hauptsätzen“ zusammen:

1. „Jede Schülerin, jeder Schüler macht sich ihr bzw. sein eigenes Bild von allem, was im Unterricht präsentiert wird – was die Lehrkraft sagt oder an die Tafel schreibt, was bei einem Experiment zu beobachten ist, was auf einer Zeichnung zu sehen ist usw.“
2. „Das Bemühen der Lehrkraft, alles fachlich richtig zu erklären, führt insbesondere am Beginn des Unterrichts über ein neues Thema häufig dazu, dass die Schülerinnen und Schüler etwas aus der Sicht der Physik Falsches lernen.“

Diesen Hauptsätzen liegt eine konstruktivistische Auffassung des Lernens zugrunde. Dies bedeutet, dass die Schüler sich ihr Wissen auf der Grundlage ihrer bereits vorhandenen Vorstellungen selbst konstruieren bzw. erarbeiten müssen. Lernen wird in

diesem Zusammenhang oft als Konzeptwechsel ansehen. Die Schüler wechseln von ihrem vorunterrichtlichen Konzept zum neuen, wissenschaftlichen Konzept. Daher ist eine Veränderung der vorunterrichtlichen Vorstellungen zur wissenschaftlichen Vorstellung im Unterricht so schwierig. Der Lehrkraft kommt weniger eine transportierende als eine aktiv unterstützende Funktion zu. Sie hat die Aufgabe den Unterricht so zu gestalten, dass die Schüler Schritt für Schritt überzeugt werden und dass die neuen naturwissenschaftlichen Konzepte in bestimmten Situationen angemessener und fruchtbarer erscheinen als die ursprünglichen Schülervorstellungen.

Um einen Konzeptwechsel zu ermöglichen, müssen nach Strike & Posner (1982, 1992) mehrere Bedingungen erfüllt sein (vgl. Häußler et al., 1998, S. 193):

1. Die Schüler müssen unzufrieden mit ihren eigenen Vorstellungen sein, z. B. weil diese keine Antwort auf eine Problemstellung zulassen.
2. Die neuen Vorstellungen müssen verständlich und logisch sein.
3. Die neuen Vorstellungen müssen einleuchtend und plausibel sein, d. h. sie müssen eine weitreichendere Erklärung für eine Problemstellung liefern als die bisherige Vorstellung.
4. Die neuen Vorstellungen müssen „fruchtbar“ sein, d. h. sie müssen auf weitere neue Anwendungsbereiche transferierbar sein und auch für diese schlüssige Erklärungen liefern.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht sind verschiedene Strategien entwickelt worden, die einen Konzeptwechsel begünstigen können, wobei grundsätzlich zwischen zwei Lernwegen unterschieden wird: dem *kontinuierlichen* und dem *diskontinuierlichen* Lernweg (Duit, 2004; Häußler et al., 1998, S. 194–198). Der kontinuierliche Weg zeichnet sich durch das Anknüpfen an vorhandene Vorstellungen aus, die allerdings möglichst wenig mit dem naturwissenschaftlichen Verständnis kollidieren sollten. Die Schüler werden so Schritt für Schritt zur naturwissenschaftlichen Sicht geführt.

Beim diskontinuierlichen Weg steht die plötzliche Einsicht im Vordergrund, die typischerweise durch einen kognitiven Konflikt herbeigeführt wird. Dazu werden die Vorstellungen der Schüler der naturwissenschaftlichen Sicht gegenübergestellt und es wird gezeigt, dass der vorhergesagte und tatsächliche Ausgang z. B. bei den Schülerannahmen eines Experiments nicht übereinstimmen. In der Praxis und der Literatur zeigt sich allerdings, dass meist ein kognitiver Konflikt allein nicht ausreicht, um die Schüler von der naturwissenschaftlichen Sicht zu überzeugen – „häufig verstehen die Schülerinnen und Schüler überhaupt nicht, worin der Konflikt besteht und was er bedeutet“ (Duit, 2004). Im Biologieunterricht biete sich an, kognitive Konflikte z. B. zur Klärung des Begriffs der *Anpassung* zu nutzen bzw. das Verständnis

der Schüler von Anpassung mit dem wissenschaftlichen, evolutiven Verständnis zu konfrontieren.

Auch Analogien können sich eignen, um einen Konzeptwechsel herbeizuführen. Sie werden mit dem Ziel verwendet, den Wechsel von den vorhandenen Vorstellungen zu den naturwissenschaftlichen Vorstellungen zu erleichtern und das Verständnis von abstrakten Begriffen durch den Vergleich mit Alltagsphänomenen herbeizuführen. Da sie meist auf Bekanntes aus der Lebenswelt der Schüler zurückgreifen, haben sie für Schüler eine motivierende Funktion. Unter einer Analogie wird nach Häußler et al. (1998, S. 205) die Beziehung zwischen zwei Bereichen verstanden: einem Basisbereich, der bekannt und vertraut ist, und einem Zielbereich, den es zu erklären gilt. Die Analogie bezeichnet in diesem Sinne die strukturellen Übereinstimmungen beider Bereiche. Strukturelle Analogien gelten als gut geeignet, um das Neue aus Sicht des Bekannten zu verdeutlichen (Häußler et al., 1998, S. 206). Werden strukturelle Analogien im Unterricht verwendet, stellen die Schüler Beziehungen zwischen dem Basisbereich und dem Analogbereich her und lernen so gleichzeitig auch etwas über den Zielbereich. Aus der Sicht des Zielbereichs betrachtet, lernen die Schüler über die Analogie möglicherweise auch noch etwas über den Basisbereich. Die Verwendung einer Analogie ist somit kein einseitig gerichteter Prozess, sondern stets ein Wechselwirkungsprozess (Häußler et al., 1998, S. 207). Analogien werden im Unterricht häufig in Form von Verbildlichungen zur Veranschaulichung des Abstrakten verwendet. Im Biologieunterricht können Analogien zwischen Natur und Technik, z. B. die Grabwerkzeuge eines Maulwurfs analog zur Baggerschaufel oder die Fischschwanzflosse als Analogie zum Ruder eines Bootes, zum Verständnis biologischer Struktur- und Funktionsbeziehungen beitragen.

Andere Möglichkeiten mit Schülervorstellungen umzugehen, bestehen in der Darstellung der Wissenschaftsgeschichte eines Begriffs (Häußler et al., 1998, S. 206), in der Verwendung von Computer- oder Multimedia-Lernumgebungen (Häußler et al., 1998, S. 203), in der Nennung zahlreicher Beispiele und Gegenbeispiele für einen Begriff (Berck & Graf, 2005) oder in der eigenständigen Arbeit der Schüler (Häußler et al., 1998, S. 211).

Eine Unterrichtsstrategie, die viele der genannten Vorschläge zum Konzeptwechsel im konstruktivistischen Sinne beinhalten kann, basiert auf den Arbeiten von Driver (1989).

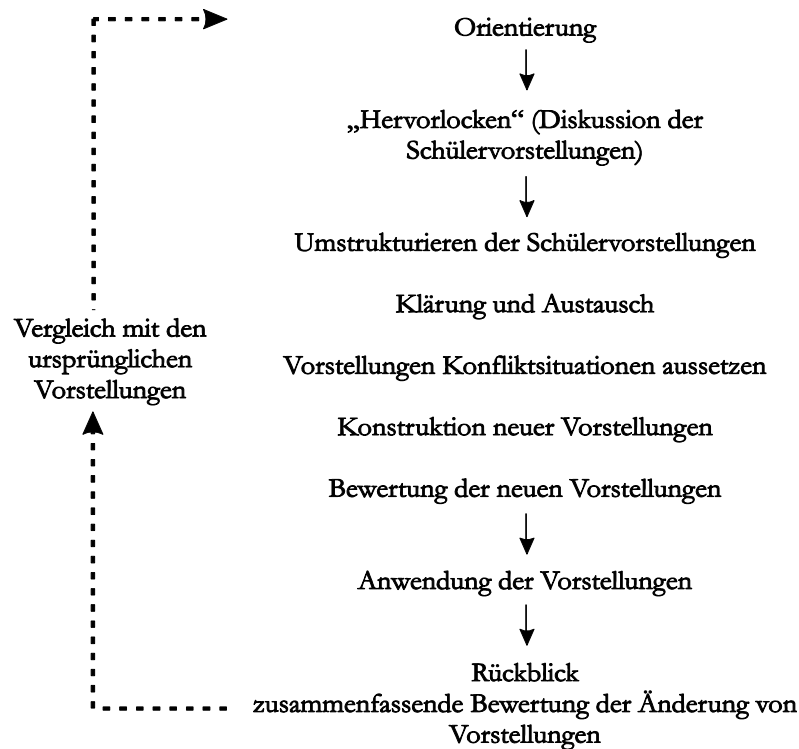


Abbildung 2 Die Phasen der konstruktivistischen Unterrichtsstrategie nach Driver (1989), verändert nach Häußler et al. (1998, S. 215)

Eine weitere, ähnliche Unterrichtsstrategie, der so genannte *learning-cycle*, wurde in Anlehnung an die Theorie von Piaget zur kognitiven Entwicklung abgeleitet und von Lawson et al. (1989) beschrieben. Der *learning-cycle* besteht aus drei Phasen: 1. der Exploration, 2. der Konzepteinführung und 3. der Konzeptanwendung.

Beiden Unterrichtstrategien ist gemeinsam, dass die Schüler sich zu Beginn möglichst selbstständig mit den neuen Vorstellungen/ Inhalten auseinandersetzen. Danach erfolgt die Einführung in das neue Konzept, wobei jedoch besonderer Wert auf den Einbezug der vorhandenen Schülervorstellungen gelegt wird. Das neue Konzept kann konfrontierend oder anknüpfend an die vorhandenen Schülervorstellungen in den Unterricht eingebracht werden. Im Anschluss erfolgt die Anwendung des neuen Konzepts und die Reflexion des Lernprozesses.

Auch andere Strategien zum Konzeptwechsel verlaufen nach einem ähnlichen Muster, weshalb bei dieser Vorgehensweise von einem „Grundmuster der Unterrichtsstrategien, die Konzeptwechsel einleiten und unterstützen“, gesprochen wird (Häußler et al., 1998, S. 214).

2.4 Zusammenfassung

Für eine Verbesserung des Unterrichts ist die Stärkung der Professionalität der Lehrkräfte unabdingbar (Terhart, 2000). Die individuelle Förderung der Professionalität z. B. im Rahmen von Lehrerfortbildungen, gestaltet sich jedoch sehr schwierig, da Lehrkräfte sich in vielen Bereichen ihres unterrichtlichen Handelns und damit in ihren handlungsleitenden Kognitionen unterscheiden können (Bromme et al., 2006; Perrez et al., 2006). Unterschiede in ihren handlungsleitenden Kognitionen bestehen u. a. in ihren Handlungszielen, Kausalattributionen, Bezugsnormorientierungen oder ihrem professionellen Wissen (s. Kapitel 2.1, S. 12). Auch ihre subjektiv-theoretischen Wissensbestände über Schüler und deren Lernprozesse, über Lehrmethoden und Lernziele, ihre allgemeinen Zielvorstellungen, die Wahrnehmung und Deutung von Unterrichtssituationen, kurz: ihre *Subjektiven Theorien*, bestimmen ihr unterrichtliches Handeln (s. Kapitel 2.2, S. 22).

Subjektive Theorien entfalten ihren Einfluss auf den Verlauf von Unterricht über *mentale Skripts* (s. Kapitel 2.3.1, S. 46). Mentale Skripts sind diejenigen kognitiven Strukturen, die spezifische mentale Repräsentationen zum Ablauf des Unterrichts darstellen, bei denen es sich also um situationsbezogene handlungsleitende Kognitionen handelt (Fischer, 2008; Blömeke et al., 2003).

Mentale Skripts bestimmen somit u. a. auch die in der Praxis beobachtbaren Unterrichtsskripts einer Lehrkraft. In den *TIMS-Video-Studien 1995* und *1999* (Hiebert et al., 2003; Roth et al., 2006) konnte gezeigt werden, dass der Unterricht von Lehrkräften einer Nation für sich gesehen jeweils relativ gleichförmig, nach stabilen, landestypischen Unterrichtsskripts abläuft. Im internationalen Vergleich unterscheiden sich die Unterrichtsskripts allerdings deutlich voneinander (Baumert, 1997; s. Kapitel 2.3.2, S. 48).

Die Unterrichtsskripts lassen sich möglicherweise durch kurze Sequenzen von Lehrerhandlungen mit spezifischer Funktion innerhalb einer Unterrichtsstunde unterteilen und beschreiben, die hier in Abgrenzung zu Unterrichtsskripts als *prototypische Routinen* bezeichnet werden (Arbeitsdefinition, s. Kapitel 2.3.5, S. 62):

Prototypische Routinen stellen kurze, routinisierte, fachspezifische Sequenzen von Lehrerhandlungen mit wesentlicher Funktion innerhalb der fachlichen Lehr- und Lernprozesse einer Unterrichtsstunde dar. Sie beziehen sich einerseits auf die Sichtstrukturebene von Unterricht, andererseits sind sie mental repräsentiert in Form systematisch organisierter, *mentaler Skripts*. Die mentalen Skripts haben ihren Ursprung in den Subjektiven Theorien der Lehrkräfte (Abbildung 3).

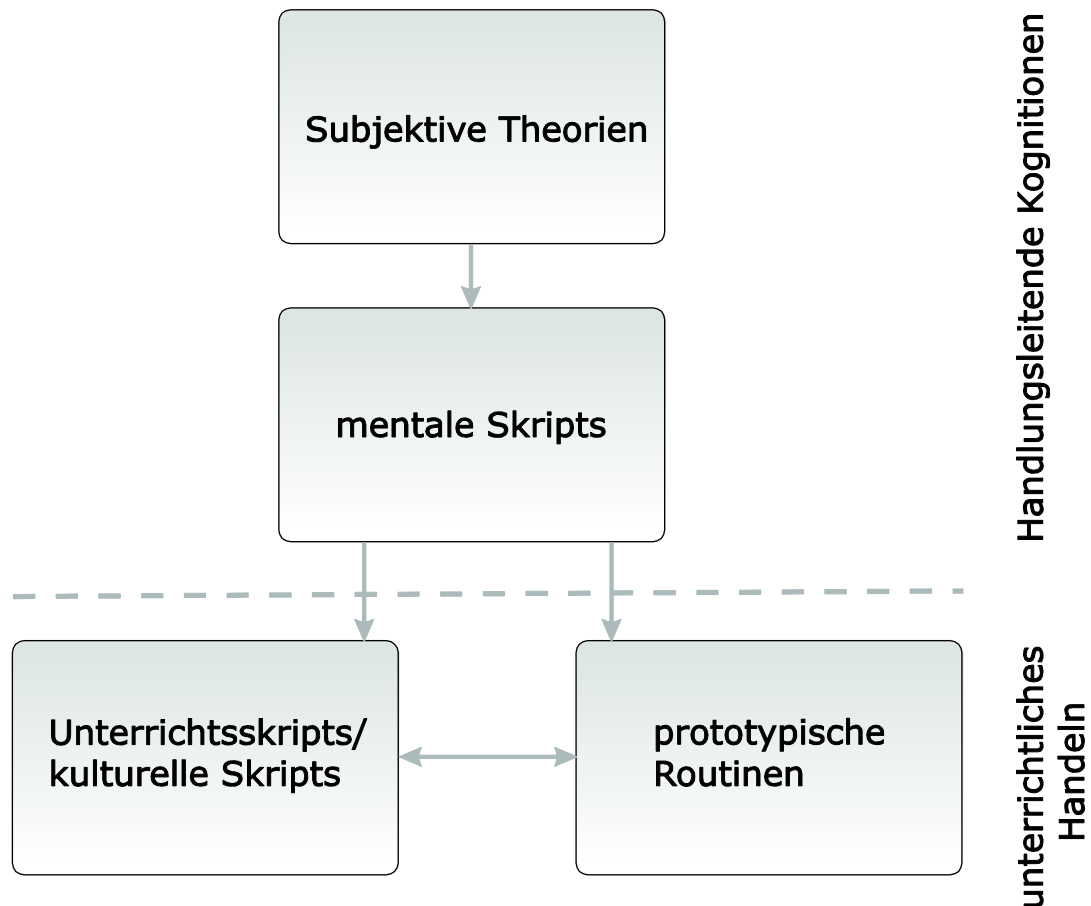


Abbildung 3 Rahmenkonzeption zum Einfluss handlungsleitender Kognitionen auf das unterrichtliche Handeln der Lehrkräfte. Es wird angenommen, dass die handlungsfernen handlungsleitenden Kognitionen in Form von Subjektiven Theorien Einfluss auf die Vorstellung zum Ablauf des Unterrichtsgeschehens, den mentalen Skripts, haben. Die mentalen Skripts beeinflussen wiederum das unterrichtliche Handeln der Lehrkraft sowohl auf den kompletten Unterrichtsverlauf einer Unterrichtsstunde bezogen als auch auf kurze Sequenzen des Unterrichts bezogen, den sog. prototypischen Routinen.

Subjektive Theorien gelten als nur sehr schwer veränderbar (Groeben et al., 1988; Scheele et al., 1998; Wahl, 1991, Wahl, 2002). Die Veränderung gilt deshalb als so schwierig, „weil sie die Änderung von hoch automatisierten Routinen verlangt, auf denen die Handlungssicherheit von Lehrkräften beruht“ (Baumert, 2001). Um Subjektive Theorien zu verändern, ist es notwendig, dass Lehrkräfte ihr eigenes Handeln

im Unterricht reflektieren (u. a. Wood et al., 1991; Prawat, 1992). Viele Projekte verfolgen dabei den Ansatz, Reflexion über videobasierte Fortbildung mit Hilfe von Unterrichtsvideos anzuregen (s. Kapitel 2.2.6, S. 40).

Problematisch ist bei diesen Ansätzen oft, dass sie nicht individuell auf die jeweiligen Bedürfnisse der Lehrkräfte abgestimmt sind, obwohl sich die Lehrkräfte, die sich an diesen Projekten oder auch an entsprechenden Lehrerfortbildungen beteiligen, in ihren handlungsleitenden Kognitionen und ihrem unterrichtlichen Handeln voneinander unterscheiden. Bisher fehlt ein individueller Reflexionsansatz bei dem „die Transformation eines impliziten kulturellen Unterrichtsskripts in ein professionelles Skript, dessen Elemente zwar Teile von gut eingeschliffenen Routinen sind, aber leicht bewusst gemacht und diskursiv verhandelt werden können“ (Baumert et al., 1997, S. 88).

Ziel eines Projektes zur Förderung der Professionalität von Lehrkräften sollte es daher sein, Lehrkräfte individuell zur Reflexion über ihre Unterrichtsskripts bzw. deren Elemente anzuregen, um auf diese Weise Einfluss auf ihre mentalen Skripts bzw. Subjektiven Theorien zu nehmen mit dem übergeordneten Ziel der Erreichung eines *professionellen Skripts*.

3 Ziele der Studie

Hauptziel der vorliegenden Studie ist die Entwicklung eines CD-ROM gestützten Computerprogramms zur individuellen Reflexion prototypischer Routinen von Biologielehrkräften (siehe Schritt 5, Kapitel 4.7, S. 118).

Zur Entwicklung des Computerprogramms zur individuellen Reflexion über prototypische Routinen von Biologielehrkräften werden die folgenden Teilziele verfolgt:

1. Beschreibung von Unterrichtssituationen, in denen Biologielehrkräfte prototypisch handeln (siehe Schritt 1, Kapitel 4.3, S. 84).
2. Identifizierung prototypischer Routinen von Biologielehrkräften (siehe Schritt 2, Kapitel 4.4, S. 87).
3. Differenzierung inhaltsunspezifischer und inhaltspezifischer prototypischer Routinen von Biologielehrkräften (siehe Schritt 3, Kapitel 4.5, S. 91).
4. Identifizierung und Beschreibung stabiler, inhaltsunspezifischer prototypischer Routinen von Biologielehrkräften (siehe Schritt 4, Kapitel 4.6, S. 95).
5. Überführung der ermittelten prototypischer Routinen in konstruierte Videosequenzen, die als Reflexionsimpulse in das Computerprogramm integriert werden (siehe Schritt 5, Kapitel 4.7, S. 118).

Das im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnde Computerprogramm stellt einen neuen Ansatz zur individuellen Reflexion über prototypische Routinen von Biologielehrkräften im eigenen Unterricht dar. Es soll Biologielehrkräften ermöglichen, ihr eigenes prototypisches Handeln im Unterricht anhand von Fragen und kurzen, konstruierten Videosequenzen zu identifizieren und zu reflektieren. In Kombination mit geeigneten Fortbildungsangeboten soll es so die Professionalitätsentwicklung von Lehrkräften in der Aus- und Weiterbildung fördern, da postuliert wird, dass durch diese Art der Unterrichtsreflexion Einfluss auf die Subjektiven Theorien der Lehrkräfte genommen werden kann. Die vom Computerprogramm ausgegebenen Reflexionsergebnisse und Zuordnungen könnten dazu dienen, Lehrerfortbildungen individueller und zielgruppengerechter zu gestalten.

4 Durchführung und Methoden

4.1 Hintergrund der Fragebogenkonstruktion

Zur Entwicklung des CD-ROM gestützten Computerprogramms für Biologielehrkräfte, welches als Reflexions- und Fortbildungsinstrument zu prototypischen Routinen eingesetzt werden soll, waren zunächst verschiedene Schritte der Fragebogenkonstruktion zur Erhebung prototypischer Routinen von Biologielehrkräften notwendig.

Mit diesen Fragebögen wurden vorrangig zwei Ziele verfolgt: Zum einen sollte es mit Hilfe der Fragebögen möglich sein, prototypische Routinen im Biologieunterricht im Hinblick auf Unterrichtseinstiege, auf die Vorgehensweise beim Experimentieren und auf den Umgang mit Schülervorstellungen anhand einer Zufallsstichprobe erstmalig zu beschreiben. Zum anderen sollte aus diesem Fragebogen eine Auswahl von Items identifiziert werden, die inhaltsunspezifische Merkmale bezüglich dieser prototypischen Routinen darstellen. Diese inhaltsunspezifischen Merkmale wurden anschließend in kurze Videosequenzen, die prototypisches Handeln zeigen, umgesetzt und zur Verdeutlichung der Konstrukte in das Computerprogramm integriert.

In der vorliegenden Untersuchung mussten zunächst Skalen zur Erfassung von prototypischen Routinen entwickelt werden, da bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Untersuchungen zu prototypischen Vorgehensweisen von Biologielehrkräften vorlagen. Die zu untersuchenden Konstrukte mussten somit zunächst empirisch gewonnen werden. Ein solches Vorgehen wird auch als induktive Fragenkonstruktion bezeichnet. Die theoretische Grundlage für diese Art der Fragebogenkonstruktion bildet die klassische Testtheorie nach Gulliksen (1950) und Lord & Novick (1968).

4.2 Überblick – Vom Fragebogen zur Entwicklung des Computerprogramms

Die Durchführung der Untersuchung erstreckte sich über einen Zeitraum von etwa drei Jahren. Das endgültige Testinstrument wurde nach Durchführung und Auswertung mehrerer Pilotstudien in mehreren aufeinander folgenden Schritten entwickelt. Einen Überblick über die notwendigen Schritte der Testinstrumentsentwicklung gibt Tabelle 7. Zunächst wurden Unterrichtssituationen, die Biologielehrkräfte als prototypisch für ihren Unterricht einstufen mit Hilfe von Interviews und einem standardisierten Fragebogen identifiziert. Hieraus resultierte ein offener, halbstandardisierter Fragebogen für Biologielehrkräfte, der in einem zweiten Schritt Aufschluss über die Unterschiede zwischen den Lehrkräften in den identifizierten prototypischen Routinen geben sollte. In einem dritten Schritt wurde ein geschlossener, standardisierter Fragebogen entwickelt, mit dessen Hilfe die Stabilität der zuvor festgestellten Unterschiede zwischen den Lehrkräften untersucht werden sollte. Dieser Fragebogen umfasste 96 Items zu prototypischen Routinen im Biologieunterricht und wurde außer in einer Papier-Version im vierten Schritt, in reduzierter Form, auch in einer Online-Version eingesetzt, bei der die Probanden die Aufgabe hatten, die vorgegebenen Items in eine Reihenfolge zu bringen. Der Ergebnisse Online-Fragebogen stellen die Basis für das zu entwickelnde CD-Rom gestützte Computerprogramm dar. Er wurde vorrangig in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz eingesetzt und hatte zum Ziel größtmögliche Unterschiede zwischen den Biologielehrkräften zu beschreiben. Die gegebenen Antworten wurden zu Clustern zusammengefasst und auf verschiedene Testgütekriterien hin überprüft.

Tabelle 7 Überblick über Schritte und Zielsetzungen der Testkonstruktion der vorliegenden Studie (N: Stichprobengröße)

	Schritte der Testkonstruktion	Zielsetzung	N
1.	Entwicklung und Einsatz eines geschlossenen, halbstandardisierten Fragebogens durch Literaturrecherche, Videoanalyse und Expertenbefragung zu prototypischen Handlungen von Biologielehrkräften.	Identifizierung von Unterrichtssituationen, in denen Lehrkräfte prototypisches Verhalten zeigen.	13
2.	Entwicklung und Einsatz eines offenen, halbstandardisierten Fragebogens zu Routinen von Lehrkräften bei Unterrichtseinstiegen, Verwendung von Experimenten und Umgang mit Schülervorstellungen im Biologieunterricht.	Identifizierung prototypischen Handelns im Biologieunterricht und Ermittlung von Unterschieden zwischen den Biologielehrkräften in Bezug auf die in Schritt 1 identifizierten Unterrichtssituationen.	14
3.	Entwicklung eines geschlossenen Fragebogens. Konstruktion von 4-stufigen Likert-Skalen auf der Grundlage der Konstrukte, die sich aus dem offenen Fragebogen ergaben.	Konstruktion einer ersten Fassung eines geschlossenen Fragebogens, der in den folgenden Schritten optimiert wurde.	
	3. 1. Einsatz des geschlossenen Fragebogeninventars mit zwölf Biologiereferendaren des Studienseminars Essen.	Auswählen von praktikablen und eindeutigen Items, teilweise auch Umformulierungen; Ergänzung einzelner Items.	12
	3. 2. Diskussion der Items in einem Team bestehend aus Didaktikern, an der Lehrerbildung beteiligten Personen, mehreren Biologielehrkräften, einer Fachseminarleiterin und Lehramtsstudenten.	Bewertung der Items aufgrund von Eindeutigkeit, Verständlichkeit und Bedeutsamkeit; Auswahl und Umformulierungen einzelner Items.	19
	3. 3. Konstruktion und Gestaltung eines geschlossenen Fragebogens, der an einer Zufallsstichprobe von Biologielehrkräften aus Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz eingesetzt wurde.	Reduktion des Fragebogens auf einzelne Skalen, die geeignet sind, inhaltsunspezifische und inhaltspezifische prototypische Routinen von Biologielehrkräften zu differenzieren.	125
4.	Verwendung des um die inhaltspezifischen Items gekürzten Fragebogens auf einer Online-Plattform. Biologielehrkräfte einer Zufallsstichprobe aus Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz sollten computergestützt inhaltsunspezifische Items in eine Reihenfolge bringen.	Dieser Fragebogen liefert die Datengrundlage zur clusteranalytischen Klassifizierung der stabil voneinander unterscheidbaren prototypischen Routinen der teilnehmenden Biologielehrkräfte.	68
5.	Konzeptionen und Erstellung des CD-ROM gestützten Computerprogramms.	Verwirklichung des Hauptziels der vorliegenden Studie: Entwicklung eines CD-ROM gestützten Computerprogramms zur individuellen Reflexion prototypischer Routinen von Biologielehrkräften	
	5.1. Überführung der ermittelten prototypischer Routinen in konstruierte Videosequenzen.	Die Videosequenzen werden als Reflexionsimpulse in das Computerprogramm integriert. Sie können weiterhin zur Verdeutlichung der im Rahmen des Programms verwendeten Konstrukte dienen.	
	5.2. Entwicklung und Durchführung eines halbstandardisierten Interviews. Zuordnung der Videos zu den prototypischen Routinen	Validierung der konstruierten Videosequenzen zur Veranschaulichung prototypischer Routinen von Biologielehrkräften	23

4.3 Schritt 1 – Fragebogen zu prototypischen Unterrichtssituationen

Durchführung

Wie in Kapitel 2.1 (S. 12) dargestellt, unterscheiden sich Lehrkräfte in ihren Vorstellungen zum Unterricht und in ihrem unterrichtlichen Handeln (Bromme et al., 2006; Perrez et al., 2006). Unklar ist bisher, in welchen Situationen des Biologieunterrichts und in welchem Ausmaß sie sich voneinander unterscheiden.

In einem ersten Schritt der Untersuchung sollten diejenigen Situationen im Unterricht identifiziert werden, in denen Biologielehrkräfte unterschiedliche prototypische Routinen zeigen. Zur Identifikation in Frage kommender unterrichtsrelevanter, prototypischer Routinen wurde in der aktuellen biologiedidaktischen Fachliteratur nach Hinweisen zur Unterscheidung von Biologielehrkräften im unterrichtlichen Kontext gesucht (s. Kapitel 2.3.5, S. 62). Außerdem wurden ca. 50 videografierte Unterrichtsstunden zum Thema *Blut und Blutkreislauf* der Jahrgangsstufe 9 aus verschiedenen Schulformen, die im Rahmen des *Aufgabenprojektes* (Jatzwauk, 2007) und des Projektes *vertikale Vernetzung* (Wadouh et al., 2009) aufgezeichnet wurden, im Hinblick auf immer wiederkehrende Aktionen der Lehrkräfte analysiert.

Außerdem wurden Lehrkräfte (N = 16) während einer Fortbildungsveranstaltung des Projektes *Biologie im Kontext* im Rahmen einer Diskussionsrunde und eines Workshops zu Unterrichtssituationen, in denen Lehrkräfte prototypische Routinen zeigen, befragt. Nach der Literaturrecherche, dem Sichten von Unterrichtsvideos und Gesprächen mit Lehrkräften und Didaktikern wurde ein geschlossener, halbstandardisierter Fragebogen erstellt, der 25 Items zur Identifikation von Unterrichtssituationen, in denen Lehrkräfte prototypische Routinen zeigen, enthielt (siehe Fragebogen *prototypische Routinen I*, s. Anhang A 1) und von den Lehrkräften um weitere Items ergänzt werden konnte.

Diesem Fragebogen lag die Annahme zugrunde, dass prototypische Routinen besonders in denjenigen Situationen im Biologieunterricht auftreten, die aus Sicht der Biologielehrkräfte besondere Hindernisse darstellen, besonders häufig im Mittelpunkt des Unterrichts stehen oder aus anderen Gründen, die von den Lehrkräften benannt werden sollten, entscheidend für deren Unterricht sind. Außerdem sollten die Lehrkräfte einschätzen, ob die genannten Punkte besonders typisch für ihren eigenen Unterricht sind und ob sie sich ihrer eigenen Einschätzung nach in den genannten Punkten von ihren Kollegen unterscheiden. Einen dritten Schwerpunkt des Fragebogens bildete die Entscheidung, ob ein gewähltes Item inhaltspezifisch ist.

Inhaltsspezifisch bedeutet, dass das gewählte Item immer mit bestimmten Themen/Inhalten des Biologieunterrichts gekoppelt auftritt oder dass es allgemeingültig, d. h. nicht themen-/inhaltsgebunden für den gesamten Biologieunterricht, ist.

Da der Begriff *prototypische Routine* ein abstraktes, theoretisches Konstrukt darstellt, wurde in dieser frühen Phase der Testkonstruktion nach einer Umschreibung gesucht, die den Lehrkräften aus unterrichtspraktischer Sicht verständlicher ist. Aus diesem Grund wurde zu diesem Zeitpunkt von so genannten *Knackpunkten im Biologieunterricht* gesprochen. Für die erste Erhebung mittels Fragebogen musste der Begriff *prototypische Routine* bzw. *Knackpunkte* operationalisiert werden. Den Lehrkräften wurde folgende Umschreibung gegeben:

Unter *prototypischen Routinen* („Knackpunkten“) verstehen wir Situationen oder Phasen im Biologieunterricht, in denen sich Ihr Biologieunterricht von dem Unterricht einer Kollegin oder eines Kollegen Ihrer Meinung nach besonders deutlich unterscheidet.

„Prototypisch“ bedeutet in diesem Zusammenhang auch, dass es sich um Situationen oder Phasen handelt, die häufig auftreten und immer wieder im Verlauf des Unterrichts für den Lehrenden oder für die Schüler zu Hindernissen werden.

Als Antwortskala wurde eine 4-stufige Ratingskala (Likert-Skala) ausgewählt, die von *trifft nicht zu* bis *trifft zu* reichte. Likert-Skalen können als intervallskaliert angesehen werden, sodass bei der Auswertung der Daten auf parametrische Verfahren zurückgegriffen werden kann (Bortz & Döring, 2006, S. 68-69, 224).

Beispiele für Items mit geschlossenem Antwortformat, die im Fragebogen verwendet wurden, sind *Umgang mit Schülerfragen*, *Aufgaben stellen*, *Verwendung*, *Einführung und Auswertung eines Experiments*, *Umgang mit Fehlvorstellungen* sowie *Eingangsrituale*.

Stichprobe

Der Fragebogen wurde im Frühjahr 2006 bei einer Fortbildungsveranstaltung des Projekts *Biologie im Kontext* an Lehrkräfte ausgegeben. Insgesamt wurden 13 Fragebögen (N = 13) bei der Auswertung berücksichtigt.

Auswertung

Die Auswertung erfolgte quantitativ. In erster Linie wurde die prozentuale Häufigkeit der Nennungen ermittelt.

Von den Lehrkräften wurden während der Bearbeitung 17 weitere Items ergänzt, welche anschließend in die Auswertung einbezogen wurden. Nach der Auswertung des Fragebogens wurden die drei prozentual am häufigsten genannten Unterrichtssituationen, die aus Sicht der Lehrkräfte besondere Hindernisse in deren Unterricht darstellen und in denen sie sich deutlich von ihren Kollegen unterscheiden, ausgewählt und als Grundlage für den weiteren Verlauf der Studie verwendet (s. Kapitel 5.1.1, S. 125).

4.4 Schritt 2 – Fragebogen zu prototypischen Routinen von Biologielehrkräften im Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen

Konzeption und Durchführung

Im ersten Schritt (s. Kapitel 4.3, S. 84) wurden diejenigen Unterrichtssituationen identifiziert, in denen sich Biologielehrkräfte ihrer eigenen Aussage nach am meisten unterscheiden und in denen sie am prototypischsten handeln. Dies ist im Umgang mit Unterrichtseinstiegen, mit Experimenten und mit Schülervorstellungen im Biologieunterricht der Fall. Im Anschluss daran sollte festgestellt werden, worin genau die Unterschiede bestehen, d. h. welche Spanne an verschiedenen prototypischen Handlungsalternativen Biologielehrkräfte in den genannten Unterrichtssituationen zeigen.

Zu diesem Zweck wurde ein offener, halbstandardisierter Fragebogen zu zwei typischen Inhaltsbereichen des Biologieunterrichts entwickelt (s. Anhang A 3).

Die Verwendung von mindestens zwei unterschiedlichen Inhaltsbereichen schien notwendig, um ggf. Unterschiede im Ankreuzverhalten der Lehrkräfte in Abhängigkeit vom bearbeiteten Inhalt festzustellen. *Typisch* bedeutete in diesem Zusammenhang, dass sie bzw. das ihnen zugrunde liegende Konzept wiederholte Male im Unterricht verwendet werden. Außerdem wurden Inhalte als typisch bezeichnet, die Bestandteil der Lehrpläne aller Sekundarschulformen sind.

Im Verlauf der Sekundarstufe I und II sind nach den gültigen Richtlinien und Lehrplänen der Sekundarschulen sowohl Inhalte zum Blut und Blutkreislauf als auch zu Vererbung und Evolution immer wieder Bestandteil des Unterrichts (MSW NRW 1992, 1999a, 1999b, 2000, 2003, 2008). Zu diesen beiden Inhaltsbereichen wurde jeweils ein fiktives Fallbeispiel konstruiert, zu denen die teilnehmenden Biologielehrkräfte Aussagen im Hinblick auf ihr Verhalten im Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen treffen sollten. Die Fallbeispiele waren so konzipiert, dass eine fiktive Beratungssituation dargestellt wurde, in der die Lehrkraft sich vorstellen sollte, einen Referendar zu seiner Unterrichtsplanung zu beraten. Diese im Alltag der Lehrkräfte häufig vorkommende Beratungssituation sollte sie stimulieren, möglichst die beste ihnen bekannte Vorgehensweise zu erläutern. Um möglichst konkrete Aussagen der Lehrkräfte zu erhalten, wurden die Fallbeispiele sehr präzise ausgestaltet und definiert. Es wurde darauf geachtet, dass möglichst alle notwendigen formalen und inhaltlichen Informationen, die zur Ausgestaltung einer Unterrichtsstunde

notwendig sind, z. B. Jahrgangstufe, Vorkenntnisse der Schüler, Lehr- und Lernziele der Unterrichtsstunde, benannt wurden. Dabei sollte aber vermieden werden, dass die Lehrkräfte durch Art und Umfang der gegebenen Informationen in ihrem Handlungsspielraum eingeschränkt werden. Daher wurden sie zunächst gebeten, eigene Lehr- und Lernziele für die im Fragebogen geschilderte Unterrichtsstunde zu formulieren. Auch in der weiteren Schilderung der Situation im Fallbeispiel wurde immer wieder darauf abgezielt, dass die Lehrkräfte die gegebenen Informationen in Frage stellen und durch ihre eigenen Vorstellungen zum adäquaten Handeln ersetzen.

Es wurde z. B. von ihnen verlangt, dass sie im Rahmen des fiktiven Fallbeispiels den Unterrichtseinstieg des Referendars verwerfen und durch einen ihrer Meinung nach geeigneteren Unterrichtseinstieg ersetzen. Dazu sollten Aussagen zu inhaltlichen Schwerpunkten des Unterrichtseinstiegs, zu Lehreraktionen, verwendeten Medien, Sozialformen, Aufgabenstellungen, zum Zeitbedarf und zum erwarteten Schülerverhalten getroffen werden. Ähnlich gestalteten sich die Aufgaben zur Ermittlung des prototypischen Vorgehens der Lehrkraft in Bezug auf die Verwendung von Experimenten und in Bezug auf den Umgang mit Schülervorstellungen. Die gestellten Fragen bezogen sich zum einen immer auf die Sichtstruktur des Unterrichts, zum anderen aber auch auf die Tiefenstruktur, die die Ableitung auf Hinweisen zu Subjektiven Theorien von Lehrkräften erlaubt (s. Kapitel 2.3.3, S. 55).

Es wurde dabei davon ausgegangen, dass die befragten Lehrkräfte aufgrund ihrer langjährigen Berufserfahrungen ihren alltäglichen Unterricht routiniert gestalten und nicht mehr in allen einzelnen Schritten planen. Zur Unterstützung wurde daher ein vollständiger, beispielhafter Unterrichtsentwurf beigelegt, der den Lehrkräften Art und Umfang der durch die Aufgabenstellung geforderten Bearbeitung verdeutlichen sollte.

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen des Fragebogens nicht zwingend erforderlich war die Verwendung des Schülermaterials, das in der fiktiven Unterrichtsstunde eingesetzt werden sollte. Dieses wurde dem Fragebogen jedoch trotzdem beigelegt, da vermutet wurde, dass einige Lehrkräfte ihren Unterricht weniger anhand formaler oder inhaltlicher Aspekte planen, sondern eher durch Sichtung des zur Erreichung ihrer Ziele notwendigen Schülermaterials.

Aufschlussreicher Nebeneffekt der Ausgabe der Schülermaterialien war, dass einige Lehrkräfte, sogar diejenigen, die den Fragebogen nicht vollständig ausgefüllt haben, rückmeldeten, dass sie das beigelegte Material für sehr geeignet hielten und gleichzeitig fragten, ob sie es für ihren eigenen Unterricht einsetzen dürften. Daraus ließen sich

Hinweise ableiten, dass es sich bei den geschilderten Fallbeispielen, zumindest in der Wahrnehmung einiger Lehrkräfte, um authentische Unterrichtssituationen handelte.

Die Lehrkräfte wurden außerdem gebeten die beiden Fallbeispiele zeitlich versetzt zu bearbeiten, dazu wurde ein Zeitrahmen von einer Woche vorgeschlagen. Auf diese Weise sollte vermieden werden, dass die Lehrkräfte bei der Bearbeitung des zweiten Fallbeispiels die Aussagen der Bearbeitung des ersten Fallbeispiels ohne weitere Reflexion übernehmen oder anders formuliert: bei sich selbst abschreiben. Über das zeitversetzte Ausfüllen der beiden Fallbeispiele sollte erreicht werden, Aussagen über routiniertes Handeln ableiten zu können, da sich die Lehrkräfte von Neuem auf die geschilderte Situation einlassen müssen. Falls bei der Auswertung Parallelen zwischen der Beantwortung von Fallbeispiel eins und zwei einer Lehrkraft erkannt werden können, wäre dies ein Hinweis auf inhaltsunspezifische und damit prototypische Vorstellungen über ihr unterrichtliches Handeln.

Bevor der Fragebogen an die Probanden verschickt wurde, durchlief er mehrere aufeinanderfolgende Pilotierungen und Revisionen. So wurde er in enger Absprache mit fachdidaktischen Experten, Fachbiologen, Fachleitern für die Seminausbildung von Referendaren und Biologielehrkräften entwickelt und überarbeitet. In einer kleinen Stichprobe ($N = 4$) wurden Protokolle *lauten Denkens* bei der Bearbeitung des Fragebogens aufgezeichnet und zur weiteren Überarbeitung desselben ausgewertet. Durch die Protokolle *lauten Denkens* konnte abgeschätzt werden, dass die Bearbeitung jedes Fallbeispiel ca. 45 Minuten benötigt.

Stichprobe

Der Fragebogen wurde im Sommer 2007 bei Fortbildungsveranstaltungen des Projekts *Biologie im Kontext* an Lehrkräfte der Sets aus Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz und an Lehrkräfte verschiedener Schulformen im Essener Umland ausgegeben. Insgesamt wurden 34 Fragebögen verteilt, von denen 24 zurückgesandt wurden. Da nur vollständig ausgefüllte Fragebögen aussagekräftige Ergebnisse zu prototypischem Handeln von Lehrkräften zulassen, wurden 14 Fragebögen ($N = 14$) bei der Auswertung berücksichtigt.

Auswertung

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse unter Verwendung eines eigens zu diesem Zweck entwickelten Kategoriensystems (s. Anhang C, Beispiele siehe Tabelle 8). Die zur Auswertung verwendeten Kategorien beziehen sich sowohl auf die Sicht- als auch auf die Tiefenstruktur der Ausführungen der Lehrkräfte. Das Kategoriensystem wurde vornehmlich aus der Literatur zur Biologiedidaktik und zu allgemeindidaktischen Werken abgeleitet.

Tabelle 8 Beispiele für verwendete Kategorien im Rahmen des Fragebogens zu prototypischen Routinen von Biologielehrkräften

Unterrichtssituation	- Beispiel für Kategorie
Unterrichtseinstiege	<ul style="list-style-type: none"> - An wen richtet sich der Unterrichtseinstieg (Adressat)? - Funktion des Einstiegs - Wodurch lässt sich Einstieg charakterisieren (Operationalisierung)? - Formale Aspekte - „roter Faden“
Umgang mit Experimenten	<ul style="list-style-type: none"> - Ziele, die der Lehrer verfolgt? - Wie unterstützt der Lehrer den Erkenntnisprozess? - Findet eine Instruktion statt? - Welche Form der Schüleraktivität wird während des Experiments verlangt? - Arbeitsaufträge
Umgang mit Schülervorstellungen	<ul style="list-style-type: none"> - Zeitpunkt? - An wen richtet sich Lehrerverhalten? - Lehrerverhalten? - Wird ein neues Thema zur Verdeutlichung gewählt? - Gründe, weshalb Lehrer Schülervorstellungen förderlich für den Unterricht halten.

Primäres Ziel war es, festzustellen, in welchen einzelnen Punkten sich Biologielehrkräfte unterscheiden. Dazu wurden die Antworten der Lehrkräfte zunächst zu den Kategorien des Kategoriensystems zugeordnet und die Kategorien ggf. ergänzt. In die Betrachtung wurden die Antworten der Lehrkräfte zu beiden betrachteten Fallbeispielen (Blutkreislauf und Evolution) gleichermaßen einbezogen. Ähnliche Aussagen von Lehrkräften, die das Handeln in den beschriebenen Unterrichtssituationen (Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen) betreffen, wurden anschließend zu Kategorien prototypischen Handelns zusammengefasst (Tabelle 13, S. 127).

4.5 Schritt 3 – Fragebogen zu inhaltspezifischen und inhaltsunspezifischen prototypischen Routinen

Konzeption und Durchführung

Aus den in Schritt 2 gewonnen Kategorien, die prototypisches Handeln von Lehrkräften beschreiben, sollten im Anschluss diejenigen prototypischen Routinen identifiziert werden, die unabhängig vom unterrichteten Inhalt sind. Auf diese Weise sollten aus der in Schritt 2 gewonnen Bandbreite von prototypischen Handlungen in den beschriebenen Situationen, diejenigen identifiziert werden, die auf mentale Skripts und damit auf die Subjektiven Theorien der Lehrkräfte zurückgehen.

Der Fragebogen enthielt, vergleichbar dem offenen Fragebogen aus Schritt 2, Items zu unterschiedlichen Inhaltsbereichen des Biologieunterrichts. Auch hier wurde darauf geachtet, dass die Inhaltsbereiche Bestandteil der Lehrpläne aller Sekundarschulen in Nordrhein-Westfalen sind. Es wurde wiederum der Inhaltsbereich *Blut und Blutkreislauf* gewählt, dessen Inhalte und Konzepte in mehreren Jahrgangsstufen immer wieder aufgegriffen werden. Weiterhin wurden Items zum Inhaltsbereich *Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe* verwendet, die vornehmlich im Rahmen der Ökologie der Mittelstufe unterrichtet werden und in den übrigen Jahrgangsstufen eher nicht anzutreffen sind. Dieser Inhaltsauswahl lag die Forderung zugrunde, dass inhaltsunspezifische prototypische Routinen sich auch ermitteln lassen müssten, wenn sich die verwendeten Inhaltsbereiche sehr deutlich unterscheiden. Es ist zu vermuten, dass sich bei stark unterschiedlichen Inhalten, die Vorgehensweise der Lehrkräfte ebenfalls stark unterscheiden, sie also inhaltspezifisch sind. Würden sich die Lehrkräfte aber trotz der sehr unterschiedlichen Inhaltsbereiche beim Ankreuzen immer wieder ähnlich entscheiden, wäre dies ein deutlicher Hinweis auf inhaltsunspezifische bzw. personenspezifische prototypische Vorstellungen von Handlungen.

Für den geschlossenen Fragebogen wurden 4-stufige Likert-Skalen verwendet. Dabei konnten sie sich zwischen den Ausprägungen *Kommt meinem Unterricht sehr nah* bis *Ist meinem Unterricht sehr fern* entscheiden.

Eine erste Fassung des geschlossen Fragebogens, die auf den Kategorien des offenen Fragebogens aus Schritt 2 gründete, wurde in den folgenden Schritten optimiert:

1. Einsatz des geschlossenen Fragebogeninventars im Rahmen einer Fortbildungsveranstaltung mit zwölf Biologiereferendaren des Studienseminars Essen.
2. Auswahl von praktikablen und eindeutigen Items, teilweise auch Umformulierung und Ergänzungen einzelner Items.
3. Diskussion der Items in einem Team bestehend aus Fachdidaktikern, an der Lehrerbildung beteiligten Personen, mehreren Biologielehrkräften, einer Fachseminarleiterin und Lehramtsstudenten.
4. Einsatz des Fragebogens in einer kleinen Stichprobe ($N = 11$) von Biologielehrkräften.
5. Bewertung der Items aufgrund von Eindeutigkeit, Verständlichkeit und Bedeutsamkeit. Anschließend Auswahl und Umformulierung einzelner Items.

Die an diesem Studienteil teilnehmenden Biologielehrkräfte waren vornehmlich Teilnehmer der Lehrersets des Projektes *Biologie im Kontext*, die z. T. an den Studienteilen zuvor beteiligt waren, deren Kollegen, Lehrkräfte, die während Tagungen und Lehrerfortbildungsveranstaltung angesprochen wurden, Lehrkräfte von Schulen, die über die Bezirksregierung Düsseldorf empfohlen wurden, Lehrkräfte, die durch den persönlichen Kontext des Studienleiters bekannt waren, Fachleiter und deren Referendare oder Lehrkräfte, die sich durch Telefonate und persönliche Vorstellung in den Schulen zur Teilnahme an der Studie bereit erklärt hatten. Dabei stammten die Lehrkräfte aus allen bekannten Sekundarschulformen. Auch die zugehörigen Schulleitungen wurden telefonisch oder per Brief über die Durchführung der Studie informiert. Jeweils fünf Fragebögen wurden anschließend an jede der teilnehmenden Schulen geschickt.

Stichprobe

Insgesamt wurden 274 Fragebögen verschickt, 125 vollständig ausgefüllte Fragebögen ($N = 125$) konnten für die anschließende Auswertung berücksichtigt werden. Dies ergibt eine Rücklaufquote von ca. 46%. Fragebögen von Referendaren wurden auf Grund der wahrscheinlich zu geringen Routinisierung der Handlungsabläufe für die Auswertung nicht berücksichtigt.

Auswertung

In der vorliegenden Studie wurde die Reliabilität der eingesetzten Testinstrumente über eine Konsistenzanalyse bestimmt, als Maßzahl diente Cronbachs α (Bortz & Döring, 2006, S. 198). Für Forschungszwecke sind beim Vergleich von Gruppen Reliabilitäten zwischen 0,5 und 0,7 ausreichend (Lienert & Raatz, 1998, S. 14). Einen Überblick über die interne Konsistenz der 13 für die Bestimmung der Inhaltsspezifität bzw. Inhaltsunspezifität der prototypischen Routinen verwendeten Skalen gibt Tabelle 15 (S. 134). Skalen, deren Reliabilität kleiner als 0,5 war, wurden von der weiteren Verwendung ausgeschlossen.

Korrelationen zur Bestimmung der Inhaltsspezifität bzw. Inhaltsunspezifität

Die gewonnenen Daten wurden über die Auswertung von Histogrammen auf Normalverteilung untersucht. Außerdem wurde auf Grund der Verwendung von Likert-Skalen *Intervallskalenniveau* angenommen (Bortz & Döring, 2006, S. 68-69, 224).

Anschließend wurden zur Festlegung, ob eine prototypische Routine inhaltsspezifisch oder inhaltsunspezifisch ist bivariate Korrelationen zwischen den Daten berechnet. Für das in der Studie vorliegende Skalenniveau wurde dazu der Pearson-Korrelationskoeffizient (r) verwendet (Bortz & Döring, 2006, S. 508). Er kann Werte zwischen -1 (negativ linearer Zusammenhang) und 1 (positiver linearer Zusammenhang) annehmen. Ein sehr geringer Zusammenhang liegt bei $r < 0,2$, ein geringer Zusammenhang liegt bei $0,2 < r < 0,4$, ein mittlerer Zusammenhang bei $0,4 < r < 0,6$ und ein starker Zusammenhang bei $r > 0,6$ vor (Bühner, 2006, S. 407). Diese Bereiche stellen nur eine grobe Interpretationshilfe dar und sind bei anderen Autoren oft unterschiedlich angegeben. Nach (Bortz & Döring, 2006, S. 606) besteht ein geringer Zusammenhang bei $r < 0,1$, ein mittlerer Zusammenhang bei etwa $r = 0,3$ und ein großer Zusammenhang bei $r > 0,5$. Die tatsächlich verwendeten Grenzen sind daher vom vorliegenden Datensatz und einer sinnvollen inhaltlichen Interpretation abhängig.

Im vorliegenden Fall wurde mittels des Pearson-Korrelationskoeffizienten die Enge des Zusammenhangs der Skalen des untersuchten ersten Inhaltsbereichs (Blutkreislauf), mit den Skalen des zweiten Inhaltsbereichs (Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe) bestimmt. Hohe Korrelationen (hier: $r > 0,5$) zwischen den beiden Inhaltsbereichen geben einen Hinweis darauf, dass eine Lehrkraft unabhängig vom Inhaltsbereich immer auf die gleiche Weise zu handeln pflegt. Niedrigere Korrelationen lassen darauf

schließen, dass eine Lehrkraft je nach zu unterrichtendem Inhalt abwägt, welche Vorgehensweise passend ist. Daher wurden alle Skalen (prototypischer Routinen) mit einem Korrelationskoeffizienten unter 0,5 als *inhaltspezifisch* interpretiert und aus dem Testinstrument entfernt. Übrig blieben diejenigen Skalen, bei denen Biologielehrkräfte angaben, unabhängig vom Inhalt auf die immer gleiche, prototypische Weise zu handeln (Tabelle 15, S. 134). Diese wurden im Rahmen eines Online-Fragebogens eingesetzt.

4.6 Schritt 4 – Online-Fragebogen zu prototypischen Routinen

Konzeption und Durchführung

Ein Hauptziel der vorliegenden Studie ist die Identifikation und Beschreibung empirisch valider prototypischer Routinen von Biologielehrkräften. Um diesem Ziel möglichst gerecht zu werden, wurde das zuvor entwickelte Testinstrument mit seinen zur Identifikation inhaltsunspezifischer prototypischer Routinen geeigneter Skalen in einer weiteren Teilstudie als Online-Fragebogen eingesetzt. Gründe dafür waren einerseits, die Vorteile von Online-Tests zu nutzen (s. u.), andererseits wurden die teilnehmenden Lehrkräfte gebeten, ihre Auswahl in eine Reihenfolge zu bringen. Dazu konnten sie über eine *Drag and Drop*-Funktion ihre Entscheidungen in eine Reihenfolge bringen. Dieser Schritt sollte zu noch verlässlicheren Ergebnissen führen, da es im Gegensatz zum Ausfüllen eines Papierfragebogens nicht möglich war, alle im Fragebogen beschriebenen Auswahlmöglichkeiten mit der gleichen Ausprägung zu bewerten. Dadurch, so wurde vermutet, ließen sich in der anschließenden Auswertung eindeutiger Muster prototypischer Routinen identifizieren.

Um die Bearbeitungszeit des Fragebogens für die Lehrkräfte zu verkürzen, wurde nur ein Inhaltsbereich (hier: Blut und Blutkreislauf) in den Fragebogen einbezogen. Dies verkürzte die Bearbeitungszeit um die Hälfte auf ca. 25 Minuten. Einerseits erschien nach der Identifikation inhaltspezifischer prototypischer Routinen in Schritt 3 (s. Kapitel 5.2, S. 132) der Einsatz von Fallbeispielen zu verschiedenen Inhalten des Biologieunterrichts im Rahmen des Online-Fragebogens nicht notwendig, andererseits wurde vermutet, dass die Aufmerksamkeitsspanne und Frustrationstoleranz beim Ausfüllen eines Fragebogens am Computer geringer ist als bei der Verwendung eines Papierfragebogens.

Der Inhaltsbereich *Blut und Blutkreislauf* wurde trotz der im Vergleich zum Inhaltsbereich Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe etwas geringeren Reliabilität gewählt (siehe 5.2, S. 132), da er im Unterricht sowohl in der Unterstufe und in der Mittelstufe der Sekundarstufe I als auch in der Oberstufe thematisiert wird (MSW NRW 1992, 1999a, 1999b, 2000, 2003, 2008). Es wurde daher vermutet, dass die in den Fallbeispielen geschilderten Unterrichtssituationen den Lehrkräften deutlich vertrauter sind, als es bei dem zweiten Inhaltsbereich *Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe* der Fall wäre. Somit, so

die Vermutung, würden die Aussagen der Lehrkräfte sich eher auf routiniertes Handeln und somit eher auf Subjektive Theorien beziehen.

Außerdem wurden zusätzlich zu den Skalen, die zur Beschreibung von Mustern inhaltspezifischer prototypischer Routinen von Biologielehrkräften geeignet sind (Tabelle 16; S. 135), auch diejenigen Skalen verwendet, die inhaltspezifische Routinen beschreiben. Dies schien aus folgenden Gründen notwendig:

1. Die Items, die von den Lehrkräften ausgewählt werden, sollten die gesamte Bandbreite an möglichen Handlungen in den vorliegenden Fallbeispielen erfassen. Eine Beschränkung auf diejenigen Items, die zu den inhaltsunspezifischen Skalen gehören, wäre von den Lehrkräften sehr wahrscheinlich nicht akzeptiert worden, da sie das Unterrichtsgeschehen in den dargestellten Unterrichtssituationen nur sehr einseitig beschreiben.
2. Durch den erneuten Einsatz des gesamten Testinventars (allerdings nur zu einem Inhaltsbereich) konnte durch den Vergleich mit den Ergebnissen der vorangegangenen Studienteile eine weitere Überprüfung der Reliabilität und der Validität des Testinstruments stattfinden.

Aufbau und Aussehen des Online-Fragebogens glichen insgesamt dem in Schritt 3 erstellten Testinstrument (s. Anhang A 6). Der Online Fragebogen enthielt keine Items zum Inhaltsbereich *Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe* (s. o.).

Als Computerprogramm zur Durchführung der Umfrage kam *LimeSurvey* auf einem php-fähigen Web-Server zum Einsatz. Folgende Beschreibung des ausschließlich Online verfügbaren und dort vollständig dokumentierten Programms findet sich im Internet. *LimeSurvey* ist eine Open-Source Online-Umfrage-Applikation, die es ermöglicht, ohne Programmierkenntnisse Online-Umfragen zu entwickeln, zu veröffentlichen sowie deren Ergebnisse in einer Datenbank zu erfassen. Sie ist in PHP geschrieben und baut auf einer MySQL-, PostgreSQL- oder MSSQL-Datenbank auf. Durch die Benutzung eines Web-Vorlagen-Systems können Layout und Design von Umfragen den Nutzerwünschen angepasst werden. Erstellte Umfragen können entweder „öffentlich zugänglich sein oder durch ein ‚Nur-einmal-Token‘ für jeden Teilnehmer individuell zugänglich gemacht werden.“ (Wikipedia, 06.10.2009). Besonders folgende Vorteile ließen die Verwendung von LimeSurvey nützlich erscheinen (LimeSurvey, 2009):

- Die Umfrage ist jederzeit zugänglich.
- LimeSurvey ist frei und kostenlos nutzbar (*GPL-Lizenz*).
- Mehr als 20 verschiedene Fragentypen stehen zur Auswahl
- Es besteht die Möglichkeit Bilder und Filme in eine Umfrage einzubinden.
- Die Umfragen finden völlig anonym statt.
- Umfragen mit geschlossenem Benutzerkreis, durch das Senden von Einladungen, Erinnerungen und Schlüssel für eine Umfrage, sind möglich.
- Die Umfrage kann durch einen Teilnehmer zwischengespeichert und später zu Ende gebracht werden.
- Es besteht die Möglichkeit, der Umfrage ein Enddatum zu geben, damit diese automatisch inaktiv wird.
- Die eingegeben Daten können sehr einfach exportiert werden (z. B. als Text, CSV, MS Excel, PDF, SPSS).
- Grundlegende statistische Auswertfunktionen mit graphischer Darstellung während der Umfragezeit sind möglich, um zeitweilige Zwischenstände zu erfahren.

Die Teilnehmer wurden per E-Mail gebeten an der Umfrage teilzunehmen. Diese E-Mail enthielt einen Link, in den eine Zugangskennung integriert war (Token), so dass nur eingeladene Biologielehrkräfte einmalig an der Umfrage teilnehmen konnten. Eine Zuordnung der Umfragedaten zu den persönlichen Daten der Probanden ließ das Programm nicht zu, die Bearbeitung des Fragebogens verlief vollständig anonym. Alle erhobenen Datensätze wurden nach Beendigung der Umfrage als SPSS-Datei exportiert und standen somit zur unmittelbaren Auswertung zur Verfügung. Übertragungsfehler bei Eingabe der Daten konnten somit ausgeschlossen werden.

Stichprobe

Der Onlinefragebogen wurde im Sommer 2008 auf der Website www.lehrerfragebogen.de online zur Verfügung gestellt. Per E-Mail wurden 202 Biologielehrkräfte mit unterschiedlich langer Berufserfahrung gebeten, den Online-Fragebogen zu bearbeiten. In der Stichprobe waren Lehrkräfte aller Sekundarschulformen vertreten. Insgesamt konnten 68 (N = 68) vollständig ausgefüllte Datensätze zur weiteren Bearbeitung genutzt werden.

Auswertung

Wie bereits beim Papier-Fragebogen wurden auch beim Online-Fragebogen die gewonnenen Daten auf Normalverteilung untersucht und auf Grund der Verwendung von Likert-Skalen als intervallskaliert angesehen (Bortz & Döring, 2006, S. 68-69, 224). Die ausführliche Beschreibung der durchgeführten Itemanalyse und die Erläuterungen zur Wahl eines geeigneten Clusteralgorithmus zur Identifikation und Beschreibung prototypischer Routinen in Bezug auf den Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen ist auf Grund der Bedeutung für die vorliegende Studie in einem gesonderten Kapitel dargestellt (s. Kapitel 2.3.5.2, S. 99).

Die Reliabilitätsanalyse wird in Kapitel 4.5 (S. 93) beschrieben. Einen Überblick über die interne Konsistenz der sieben für die Clusteranalyse ausgewählten Skalen gibt Tabelle 18 (S. 137).

Im Anschluss an die Identifizierung und Beschreibung von Mustern prototypischer Routinen (s. Kapitel 5.3, S. 136 und Kapitel 5.5, S. 152) wurden mit Hilfe des χ^2 -Tests versucht, überzufällige Verteilungen der an der Online-Studie teilnehmenden Probanden im Hinblick auf Geschlecht, Berufserfahrung und Zweitfachzugehörigkeit zu den beiden identifizierten Muster prototypischer Routinen zu beschreiben (s. Kapitel 5.5.3, S. 156). Der χ^2 -Test wird meist zur Überprüfung von Häufigkeitshypothesen verwendet und setzt, wie im vorliegenden Fall vorhanden, nominalskalierte Daten voraus (Bortz, 2005, S. 153).

4.6.1 Statistische Methoden zur Identifikation prototypischer Routinen der Biologielehrkräfte

Im Folgenden werden die statistischen Verfahren dargestellt, die zur Identifikation prototypischer Routinen verwendet wurden. Als Grundlage dazu dienten der Datensatz der Online-Studie (s. Kapitel 4.6, S. 95). Zunächst wird die Itemanalyse vorgestellt, darauf folgen die zur Identifikation prototypischer Routinen verwendeten Clusterverfahren sowie die Verfahren für die Überprüfung der Cluster-Lösungen.

4.6.1.1 *Itemanalyse der Skalen zur Typenbildung*

Die folgende Trennschärfen- und Itemschwierigkeitsanalyse bezieht sich auf die Items, die im weiteren Verlauf zur Clusterbildung verwendet wurden. Nur diese ausgewählten Items sollen in späteren Studien weiterverwendet werden, alle anderen wurden verworfen. Zur Evaluation wurden zunächst die Kennwerte für Trennschärfe und Itemschwierigkeit bestimmt. Die Angaben beziehen sich auf 67 Biologielehrkräfte der Onlinestudie ein Proband wurde als Ausreißer entfernt.

4.6.1.2 *Trennschärfekoeffizient*

Der Trennschärfekoeffizient ist ein wichtiges Kriterium bei der Itemanalyse zur Beurteilung und Konstruktion einer Skala. Bortz & Döring (2006, 219-220) definieren den Trennschärfekoeffizienten wie folgt: „Die Trennschärfe bzw. der Trennschärfekoeffizient gibt an, wie gut ein einzelnes Item das Gesamtergebnis eines Tests repräsentiert. Die Trennschärfe [...] ist definiert als die Korrelation der Beantwortung dieses Items mit dem Gesamttestwert. [...] Der Trennschärfe eines Items ist zu entnehmen, wie gut das gesamte Testergebnis aufgrund der Beantwortung eines einzelnen Items vorhersagbar ist“. Die Trennschärfe eines Tests dient somit auch der Unterscheidung zwischen „guten“ und „schlechten“ Probanden. Es kann bereits auf Itemebene relativ einfach zwischen Probanden unterschieden werden, die in einem Test im Gesamtergebnis einen hohen Wert oder im Gesamtergebnis einen niedrigen Wert erzielen. Personen, die im Gesamtergebnis eines Tests hohe Werte erzielen, gelingt es in aller Regel auch hohe Werte in sehr trennscharfen Einzelitems zu erreichen. Dies gilt umgekehrt auch für Personen, die nur geringe Werte in einem Test erreichen. In einem Test sind daher Items erwünscht, die trennscharf sind. Positive Werte von 0,3 bis 0,5 gelten als mittelmäßig trennscharf, Werte größer 0,5 als hoch trennscharf.

Der Trennschärfekoeffizient wird durch die Itemschwierigkeit beeinflusst. Bei sehr leichten und sehr schweren Items sinkt die Trennschärfe eines Items, sodass auch Items mit geringer Trennschärfe in einem Test toleriert werden müssen (Bortz & Döring, 2006, S. 220).

Einen Überblick über die Trennschärfekoeffizienten der 21 ausgewählten Items gibt Tabelle 9. Es wird deutlich, dass die überwiegende Anzahl der Items mittlere und hohe Trennschärfen aufweisen. Bei denjenigen Items, die eine geringere als eine mittlere Trennschärfe zeigen, handelt es sich um besonders leichte bzw. schwere Items (hier: populäre bzw. unpopuläre Items; s. Kapitel 4.6.1.3, S. 100), bei denen mit Trennschärfeeinbußen gerechnet werden muss.

4.6.1.3 Itemschwierigkeit bzw. Popularitätsindex

Neben der Trennschärfe spielt bei der Itemanalyse auch die empirische Ermittlung der Itemschwierigkeit bzw. des Schwierigkeitsindex eine wichtige Rolle. Die Itemschwierigkeit ist definiert als die prozentuale Häufigkeit, mit der eine Aufgabe eines Tests durch die Probanden richtig beantwortet wird (Lienert & Raatz, 1998, S. 57; Amelang & Zielinski, 2006, S. 42). Bei Einstellungsfragebögen wird die Itemschwierigkeit auch als *Popularitätsindex einer Frage* bezeichnet und symbolisiert die Beliebtheit eines Items (Lienert & Raatz, 1998, S. 73–74). Ein Item ist dann besonders *populär*, wenn es ein hohes Maß an Zustimmung erfährt, d. h. dass der Anteil der Probanden, die die Aussagen des jeweiligen Items bejahen groß ist. Items mit geringer Zustimmung werden entsprechend als *unpopulär* bezeichnet. Ziel der Bestimmung des Schwierigkeitsindexes ist die Unterscheidung von Probanden mit hoher Merkmalsausprägung bzw. Zustimmung von Probanden mit niedriger Merkmalsausprägung bzw. Zustimmung. Items, die von keinem Probanden gelöst werden konnten oder bejaht werden, sollten aussortiert werden. Items mit mittlerer Itemschwierigkeit differenzieren am besten zwischen den Probanden, dennoch sind in den meisten Test auch Items mit höheren oder niedrigeren Itemschwierigkeiten enthalten, da sie in extremeren Antwortbereichen optimal differenzieren (Amelang & Zielinski, 2006, S. 28). Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Itemschwierigkeiten der für die Clusteranalyse ausgewählten 21 Items.

Tabelle 9 Übersicht über die Trennschärfekoeffizienten und Itemschwierigkeiten/Popularitätsindex der 21 zur Clusterbildung ausgewählten Items (Onlinefragebogen)

Prototypische Routine	Item	Trennschärfekoeffizient	Schwierigkeitsindex
Unterrichtseinstiegs- Handlungsorientierung	1. Ich lasse die SuS zu Beginn der Stunde ein Experiment durchführen, bei dem sie Blutdruck und Puls mit und ohne Belastung (z. B. beim Treppensteigen) messen.	0,31	0,18
	2. Die SuS spielen zu Beginn der Stunde ein Spiel zum Blutkreislauf („Das Blutkreislaufspiel“), in dem die zentralen Konzepte angesprochen werden.	0,37	0,53
	3. Die SuS spielen zu Beginn der Stunde ein Spiel, bei dem Abbildungen von Personen in unterschiedlichen Tätigkeiten verschiedenen Pulsfrequenzen zugeordnet werden sollen.	0,37	0,29
Unterrichtseinstiegs- Informierend	1. Ich informiere die SuS zu Beginn der Stunde über den weiteren Unterrichtsverlauf und das anstehende Experiment zum Herzschlag.	0,49	0,57
	2. Ich teile den SuS mit, was sie lernen sollen (Blutdruck, Puls, Herzschlag und Blutkreislauf), wie sie es lernen sollen (Experiment) und warum sie lernen sollen.	0,64	0,74
	3. Ich skizziere zu Beginn der Unterrichtsstunde an der Tafel die zentralen Begriffe der heutigen Unterrichtsstunde.	0,29	0,85
Unterrichtseinstiegs- Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	1. Ich starte, indem ich den SuS eine Tabelle zeige, in der der Puls in Abhängigkeit von der körperlichen Belastung (Schlaf, Sitzen in der Schule, sportliche Betätigung) dargestellt ist. Die SuS sollen den Zusammenhang erklären.	0,24	0,77
	2. Die SuS sollen zu Beginn der Stunde die notwendigen Schritte überlegen, um folgende Fragestellung zu klären „Ändert sich der Puls an große Zeh während eines Kopfstandes?“	0,30	0,51
	3. Ich werde zu Beginn der Unterrichtsstunde die Frage auf, warum sehr gut trainierte Sportler einen Ruhepuls von bis zu 35 Schlägen pro Minute haben und vergleiche diesen Messwert mit untrainierten Personen.	0,45	0,52
Experimentieren- Autonomie	1. Ich lasse die SuS das Experiment selbständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese)	0,6	0,75
	2. Ich lasse die SuS das Experiment selbständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese)	0,35	0,81
	3. Ich lasse die SuS das Experiment selbständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese)	0,31	0,58
Experimentieren- Didaktische Induktion	1. Aus den Beobachtungen wird der zuvor unbekannte Zusammenhang zwischen Puls bzw. Blutdruck und Belastung abgeleitet.	0,33	0,85
	2. Aus den Beobachtungen des Experiments sollen die SuS Regeln für die Verträglichkeit von Blutgruppen ableiten.	0,36	0,93
	3. Aus den Beobachtungen des Experiments sollen die SuS Erkenntnisse zum Aussehen des Blutes in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration ableiten.	0,23	0,85
Umgang mit Schüler- vorstellungen- Wiederholung	1. Ich erkläre dem Schüler die Notwendigkeit für den Rückfluss des Blutes noch einmal.	0,18	0,89
	2. Die SuS sollen sich gegenseitig nochmals den Blutkreislauf und den Verlauf der Blutgefäße erklären.	0,65	0,31
	3. Die SuS sollen sich gegenseitig nochmals den Blutkreislauf und den Verlauf der Blutgefäße erklären.	0,52	0,32
Umgang mit Schüler- vorstellungen- Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	1. Ich überlege zusammen mit dem Schüler, wie viel Blut der Körper produzieren müsste, wenn seine Annahme richtig wäre.	0,23	0,15
	2. Ich überlege mit den SuS, wie viele Blutgefäßanschlüsse sich am Herzen befinden würden, wenn nicht nur die Extremitäten, sondern auch die Organe auf die im Heft dargestellte Art und Weise mit dem Herzen verbunden wären	0,43	0,40
	4. Ich überlege mit den SuS, wie das Blut auf die dargestellte Weise zum Herzen zurückgelangt.	0,32	0,39

4.6.2 Cluster-Analyse als gruppenbildendes Verfahren

Die multivariate Statistik bietet verschiedene Methoden zur Bildung von Typologien, Gruppierungen oder Klassen. Häufig eingesetzte rechnergestützte Gruppierungsverfahren sind dabei die Clusteranalyse (cluster; engl.: Traube, Schwarm) und die Latente Klassenanalyse (LCA).

Im Rahmen dieser Studie wurde zur Berechnung von Mustern prototypischer Routinen von Lehrkräften die *k-means-Clusteranalyse* verwendet. Die anschließende Verwendung der hierarchisch-agglomerativen Clusteranalyse nach dem *Ward-Verfahren* und der *Two-step-Clusteranalyse* dienten der Validierung der Ergebnisse. Diese Verfahren werden im Folgenden in einem kurzen Überblick dargestellt. Clusteranalysen werden häufig in explorativen Studien verwendet, vor allem dann, wenn die Merkmale, die in einem Test gemessen werden sollen – wie in der vorliegenden Studie – noch wenig erforscht und wenig präzise formulierbar sind (Janssen & Laatz, 2007, S. 487; Bortz & Döring, 2006, S. 565).

Der Begriff Clusteranalyse stellt einen Sammelbegriff für verschiedene Verfahren dar, die sich auf unterschiedliche und vielfältige Weise untergliedern lassen. Alle clusteranalytischen Verfahren zählen zu den deterministischen Klassifikationsverfahren und beruhen daher auf der klassischen Testtheorie. Das gemeinsame Ziel der clusteranalytischen Verfahren ist es, Merkmalsträger (Objekte bzw. Personen) so zusammenzufassen, dass Gruppen entstehen, die möglichst gleichartige Objekte oder Fälle enthalten. Die Objekte einer Gruppe sollen sich möglichst ähnlich sein und sich von Objekten anderer Gruppen möglichst deutlich unterscheiden (Backhaus et al., 2006, S. 490). Anders ausgedrückt: „Die Merkmalsprofile, die in einer Gruppe zusammengefasst worden sind, sind untereinander maximal ähnlich und lassen sich infolgedessen auch mit einem nur geringen Informationsverlust durch ein gruppenspezifisches Merkmalsprofil beschreiben; gleichzeitig sind die gruppenspezifischen Merkmalsprofile maximal voneinander unterschieden“ (Giegler & Rost, 1993, S. 139). Außerdem zeichnet sich die Clusteranalyse gegenüber anderen Verfahren dadurch aus, dass jede Person/ jedes Objekt eindeutig und nur einem einzigen Cluster zugeordnet werden kann. Abbildung 4 zeigt eine Auswahl häufig verwendeter deterministischer Clusteranalyseverfahren (verändert nach Backhaus et al., 2006, S. 511).

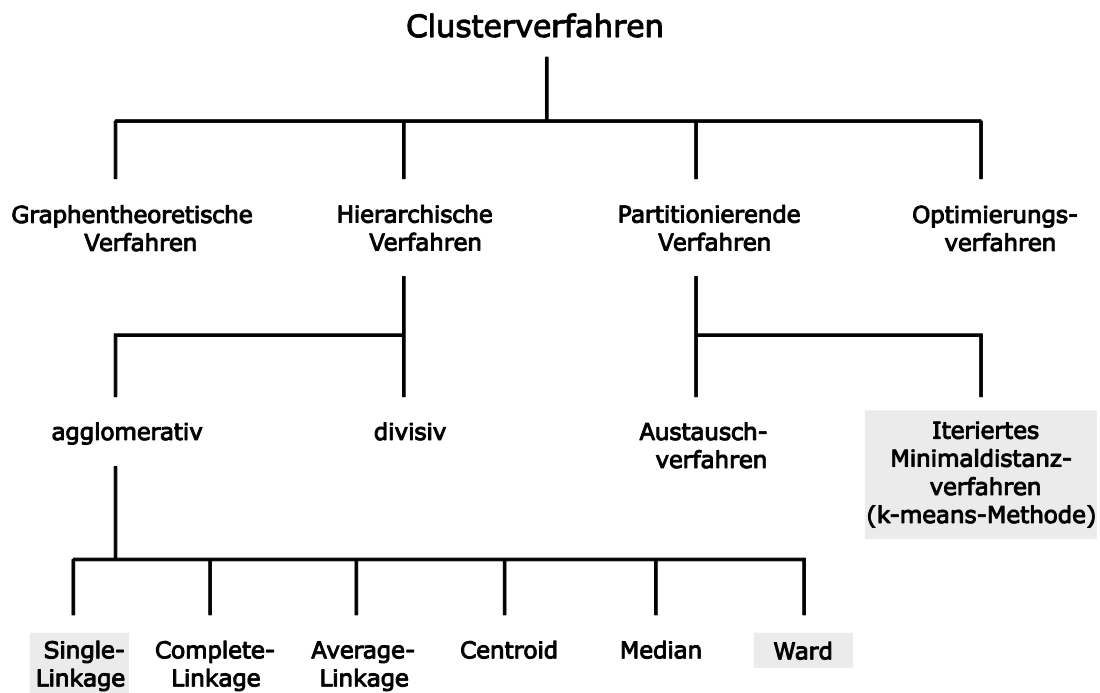


Abbildung 4 Überblick über häufig verwendete Cluster-Verfahren (verändert nach Backhaus et al., 2006, S. 511). Die im Rahmen der vorliegenden Studie verwendeten Cluster-Verfahren sind grau unterlegt.

4.6.3 Verwendete Clusteranalyse-Verfahren

In der vorliegenden Studie wurden zwei hierarchisierende Verfahren (Ward-Methode, Single-Linkage-Verfahren; s. 4.6.3.2, S. 104) sowie ein partitionierendes Verfahren (k-means-Methode; s. 4.6.3.2, S. 104) eingesetzt.

Die partitionierende k-means-Clusteranalyse wurde in Schritt 4 der Studie zur Berechnung von Mustern prototypischer Routinen von Lehrkräften verwendet (s. Kapitel 4.6, S. 95). Zuvor wurde mit Hilfe einer hierarchisch-agglomerativen Clusteranalyse nach dem Single-Linkage-Verfahren ein Ausreißer entfernt. Im Anschluss an die Berechnung von Mustern prototypischer Routinen wurden die hierarchisch-agglomerative Clusteranalyse nach dem Ward-Verfahren und eine hierarchisch-agglomerative Two-step-Clusteranalyse zur Validierung der Ergebnisse verwendet.

Die hierarchisierenden Verfahren zeichnen sich insgesamt gegenüber den partitionierenden Verfahren durch ein größeres Anwendungsgebiet aus und sind daher weiter verbreitet. Ihnen liegen im Allgemeinen folgende methodische Schritte zugrunde (Backhaus et al., 2006, S. 492):

1. Auswahl des Proximitätsmaßes (s. 0, S. 104):
Die Unterschiede oder Übereinstimmungen werden durch ein Proximitätsmaß verglichen.
2. Auswahl des Fusionierungsalgorithmus (s. 4.6.3.2, S. 104):
Die Personen und Objekte werden auf Grund der Ähnlichkeitswerte in Gruppen zusammengefasst.
3. Bestimmung der Clusterzahl (s. 4.6.4, S. 108):
Es muss die Entscheidung erfolgen, welche Clusteranzahl am plausibelsten ist.

4.6.3.1 *Auswahl des Proximitätsmaßes, quadrierte euklidische Distanz*

Vor der Durchführung der Clusteranalyse müssen das zu verwendende Proximitätsmaß und ein geeigneter Algorithmus festgelegt werden, nach dem die clusterspezifische Einteilung erfolgt. Die wählbaren Proximitätsmaße unterteilen sich in die Ähnlichkeits- und Distanzmaße. Die Ähnlichkeitsmaße geben die Ähnlichkeit zwischen zwei Objekten an, während durch Distanzmaße die Unähnlichkeit zwischen zwei Objekten bestimmt wird. Objekte mit der geringsten Distanz sind sich am ähnlichsten und werden zusammengefasst.

In der vorliegenden Studie wurde die quadrierte euklidische Distanz, ein Distanzmaß, verwendet, welches Aufschluss über den absoluten Abstand zwischen Personen gibt. Personen sind sich umso ähnlicher, je näher sie beieinander liegen, und umso unähnlicher, je weiter sie voneinander entfernt sind (Backhaus et al., 2006, S. 503–507). In der vorliegenden Studie wird durch die quadrierte euklidische Distanz die Ähnlichkeit der untersuchten Lehrkräfte in Bezug auf ihr prototypisches Handeln in drei vorgegebenen Unterrichtssituationen ermittelt.

4.6.3.2 *Auswahl des Fusionierungsalgorithmus*

Die hierarchischen Clusteranalyseverfahren können in die agglomerativen und die divisiven Verfahren unterteilt werden (Abbildung 5, S. 126). Bei den agglomerativen Verfahren wird mit der feinsten Partitionierung begonnen, d. h. die Anzahl der Cluster entspricht der Anzahl der Untersuchungsobjekte. Die Clusterung erfolgt dann durch die Zusammenfassung von Personen oder Objekten.

Die divisiven Verfahren beginnen den Partitionierungsprozess bei einem einzigen Cluster und unterteilen dieses bei der weiteren Gruppeneinteilung in immer feinere Gruppen. In der Praxis sind die agglomerativen Verfahren am weitesten verbreitet, die

divisiven Verfahren besitzen auf Grund eines unverhältnismäßig höheren Anspruchs an Software und eingesetzter Technik kaum Bedeutung (Bortz & Döring, 2006; Backhaus et al., 2006, S. 511).

Aufgrund ihrer weiten Verbreitung und der Genauigkeit der Zuordnung wurde daher auch in der vorliegenden Arbeit das agglomerativen *Ward-Verfahren* (Ward, 1963). Es findet bei der Bestimmung der optimalen Cluster-Anzahl (s. Kapitel 4.6.4, S. 108) und bei der Ermittlung von Mustern prototypischer Routinen der Lehrkräfte Verwendung (s. Kapitel 4.6.5, S. 108).

Das Ward- und das Single-Linkage-Verfahren

Das Ward-Verfahren gilt als ein sehr guter Fusionierungsalgorithmus und als dasjenige Verfahren, welches im Vergleich zu anderen Algorithmen oft die besten Partitionen liefert und „die Elemente ‚richtig‘ den Gruppen zugeordnet“ (Backhaus et al., 2006, S. 528; Bergs, 1981, S. 96 ff.; Wishart, 1969). Es wird in der Literatur auch als das *Minimum-Varianz-Verfahren* bezeichnet (Bortz, 2005, S. 575), da nur diejenigen Cluster miteinander vereinigt werden, die die Varianz in einer Gruppe am wenigsten vergrößern (Backhaus et al., 2006, S. 528; Bortz, 2005, S. 575). Der Vorteil, der auch im Rahmen der vorliegenden Studie genutzt wurde, besteht darin, dass sich daraus relativ homogene, gleich große Cluster ergeben. Andere Verfahren bilden eher lang gestreckte Gruppen oder Gruppen mit kleiner Elementanzahl (Backhaus et al., 2006, S. 528).

Insgesamt sind die Anforderungen der clusteranalytischen Verfahren an das verwendete Datenmaterial gering (Brosius, 2008, S. 545). Damit aber das Ward-Verfahren eingesetzt werden kann, müssen u. a. folgende Voraussetzungen gelten (Backhaus et al., 2006, S. 528):

- die Variablen müssen metrisches Skalenniveau besitzen
- Ausreißer aus der Objektmenge müssen zuvor eliminiert worden sein
- die Variablen müssen unkorreliert sein
- [...]

Die in der vorliegenden Studie zur Bestimmung der Zugehörigkeit der Lehrkräfte zu bestimmten prototypischen Routine-Clustern verwendeten Variablen, wurden über Likert-Skalen erhoben und können als intervallskaliert angesehen werden, so dass bei der Auswertung der Daten auf parametrische Verfahren zurückgegriffen werden kann (Bortz & Döring, 2006, S. 68-69, 224).

Die Ausreißer aus der Objektmenge, d. h. Personen, deren Antwortprofil nicht zu den ermittelten Clustern passen, wurden unter Verwendung des Single-Linkage-Verfahrens (Sneath & Sokal, 1973) aus dem Datensatz entfernt.

Beim Single-Linkage-Verfahren handelt es sich wie bei dem Ward-Verfahren um ein hierarchisierendes, agglomeratives Clusterverfahren. Der Unterschied besteht darin, dass für jeden Fusionsschritt nicht die gesamten Cluster, sondern einzelne Probanden aus den Clustern betrachtet werden. Bei jedem Fusionierungsschritt werden nur diejenigen Cluster miteinander vereinigt, deren Probanden die kleinste Distanz aufweisen. Die Methode wird auch als *Nearest-Neighbour-Verfahren* bezeichnet (Backhaus et al., 2006, S. 518), da jedes Objekt bei der Fusionierung sein „nächster Nachbar“, also dem Cluster des Probanden mit dem minimalsten Abstand, zugeordnet wird. Das Verfahren neigt daher zur Kettenbildung und zur Bildung von „länglichen“ Clustern mit relativ geringer Homogenität (Nagy, 1968). Der Vorteil ist jedoch, dass auf diese Weise in den gebildeten Cluster-Ketten „Ausreißer“ in der Objektmenge gut erkannt und eliminiert werden können (Backhaus et al., 2006, S. 520). Im vorliegenden Datensatz wurde nach der Prüfung mit dem Single-Linkage-Verfahren ein Ausreißer entdeckt und aus dem Datensatz entfernt.

Die k-means-Methode

Während das Ward- und andere agglomerative Verfahren häufig zur Bestimmung der Clusterzahl verwendet werden, kommt die k-means-Methode bei der eigentlichen Clusterbildung zum Einsatz (Brosius, 2008, S. 568–569; Wishart, 2006, S. 35–36; Backhaus et al., 2006, S. 551; Wiedenbeck & Züll, 2001). Die k-means-Methode oder auch Clusterzentrenanalyse zählt zu den partitionierenden Verfahren. Bei dieser Clusteranalyse werden in die bestehende Datenmatrix Clusterzentren gelegt, die so bestimmt werden, dass iterativ eine definierte Zielfunktion innerhalb der Cluster minimiert wird. Die Streuungsquadratsummen werden innerhalb der Cluster mit Hilfe der quadrierten euklidischen Distanz minimiert, wodurch eine optimale Zuordnung der Objekte zu den Clustern erfolgt. Aber auch andere Heterogenitätsmaße, wie die einfache euklidische Distanz, können zum Einsatz kommen. Das iterierende Vorgehen hat den Vorteil, dass die Probanden während des gesamten Fusionierungsprozesses den Clustern immer wieder neu zugeordnet werden können, bis die optimale Partition erreicht wird, während bei den hierarchischen Verfahren einmal gebildete Gruppen im Analyseprozess nicht mehr aufgelöst werden können. Daher eignet sich die k-means-Methode auch für größere Datensätze, auch weil sie wenig rechenintensiv ist. Auf der

anderen Seite wird die a-priori-Auswahl der Clusterzentren und die mangelnde Robustheit gegenüber „verrauschten“ Daten und Ausreißern, so wie die zufällige Initialisierung der Clusterzentren, als Nachteil angegeben. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden daher die Clusterzentren mit Hilfe des Ward-Verfahrens bestimmt, vorhandene Ausreißer mit Hilfe des Single-Linkage-Verfahrens entfernt und die Startwerte mit Hilfe des Monte-Carlo-Verfahrens (s. Kapitel 4.6.6.3, S. 111) variiert. Durch zufällige Variation der Startgruppierungen und durch zufällige Anordnung der Probandenreihenfolge sind diese Monte-Carlo-Verfahren in der Lage, die absoluten Minima der Klassenlösung und somit auch die nach diesem Kriterium beste Cluster-Lösung zu identifizieren (Wiedenbeck & Züll, 2001). Sind Klassenlösungen invariant gegenüber Startgruppierungen und Anordnungen der Probanden, liegen besonders klare Clusterstrukturen vor.

Die Two-Step-Clusteranalyse

Die Two-Step-Clusteranalyse bietet laut Janssen & Laatz (2007) und Chiu et al. (2001; vgl. Janssen & Laatz, 2007, S. 455 gegenüber den beiden Verfahren einige Vorteile. So ist sie sowohl für metrische als auch für kategoriale Variablen geeignet und die optimale Anzahl der Cluster kann vom Verfahren bestimmt werden. Das Verfahren ist für sehr große Datensätze geeignet und die Rechenzeit ist verhältnismäßig gering. Zudem besteht die Möglichkeit, vor dem Fusionierungsprozess Ausreißer zu eliminieren (Janssen & Laatz, 2007, S. 455).

Der Fusionierungsprozess vollzieht sich dabei in zwei Stufen: einer Vorcluster- und einer Clusterstufe. Ziel der Vorclusterstufe ist es zunächst einen so genannten *CF-Baum* (Cluster feature tree; engl.: Gruppenmerkmalsbaum) zu bilden. Dieser ermöglicht durch ein sequenzielles Verfahren eine Vorsortierung der Daten sowie eine Reduzierung des Datenvolumens, auf deren Grundlage im zweiten Schritt eine hierarchische Clusteranalyse an einem reduzierten Datensatz durchgeführt werden kann (Theodoridis & Koutroumbas, 2006). Die Vorclusterung verringert die Rechenzeit erheblich. In der Phase des Vorclusters können optional auch Ausreißer erkannt und eliminiert werden. Der entstehende CF-Baum ist von der Reihenfolge der Fälle im Datensatz abhängig. Daher sollten die einzelnen Fälle im Datensatz in eine zufällige Reihenfolge gebracht werden. In der zweiten Stufe werden die Sub-Cluster mittels einer agglomerativen hierarchischen Clusteranalyse zu den eigentlichen Endclustern fusioniert. Dabei ist es auch möglich, die Clusteranzahl automatisch bestimmen zu lassen (s. Kapitel 4.6.4, S. 108).

Die Two-Step-Clusteranalyse setzt die Unabhängigkeit der Variablen im Clustermodell, die Normalverteilung für stetige Variablen sowie eine multinominale Verteilung für kategoriale Variablen voraus. Die Firma SPSS Inc. konnte jedoch in eigenen Simulationsstudien zeigen, „dass die Two-Step-Clusteranalyse ein robustes Verfahren ist, also nicht sehr empfindlich auf eine Verletzung der Annahmen reagiert“ (Janssen & Laatz, 2007, S. 458; SPSS 2001). Daher wurde die Two-Step-Clusteranalyse auch in der vorliegenden Studie eingesetzt.

4.6.4 Bestimmung der optimalen Clusterzahl

Zur Bestimmung der optimalen Clusterzahl wurde das hierarchisch-agglomerative Ward-Verfahren (s. o.) verwendet. Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es möglich zu bestimmen, welche Anzahl von Gruppen (Cluster-Lösung) unter statistischen Kriterien die Beste ist. Dies ist insofern wichtig, da der Anwender in der Regel keine inhaltlichen Gründe dafür angeben kann, welche Art von Gruppierungen aus dem Datensatz gebildet werden können.

Das Ward-Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass beim Fusionierungsprozess nur solche Cluster vereinigt werden, welche die Fehlerquadratsummen, die beim Ward-Verfahren als Heterogenitätsmaß dienen, in möglichst geringem Maße erhöhen.

Die optimale Clusterzahl wird durch ein plötzliches Ansteigen der Fehlerquadratsummen identifiziert (Backhaus et al., 2006, S. 536). Dazu werden die Fehlerquadratsummen gegen die zugehörige Clusteranzahl in einem Koordinatensystem aufgetragen (Abbildung 6, S. 138). Falls das Diagramm bei einer bestimmten Cluster-Lösung einen „Knick“ oder auch „Ellbogen“ (*Elbow-Kriterium*) zeigt, bedeutet dies, dass bei dieser Cluster-Lösung ein Heterogenitätssprung vorhanden ist und dass es sich dabei um die vermutlich optimale Cluster-Anzahl handelt. Um zu entscheiden, ob es sich tatsächlich um die optimale Cluster-Anzahl handelt, sollten anschließend auch inhaltliche Überlegungen herangezogen werden (Backhaus et al., 2006, S. 534–536).

4.6.5 Berechnung der prototypischen Routinen

Die Cluster-Bildung zur Bestimmung der prototypischen Routinen der Lehrkräfte erfolgte mit Hilfe des k-means-Verfahrens (Clusterzentrenanalyse). Als Abstandsmaß wurde dabei die quadrierte euklidische Distanz gewählt, bei der durch die Quadrierung große Differenzen bei der Distanzberechnung stärker berücksichtigt werden (Bühl, 2008, S. 563; Backhaus et al., 2006).

Bei der k-means-Methode werden die Clusterzentren so in die Probandenmatrix gelegt, dass die mittlere Entfernung der Probanden von ihrem jeweiligen Zentrum schrittweise minimiert wird. Es wurde die Option *Running Means* benutzt, die bewirkt, dass die Clusterzentren nach jeder Neuordnung eines Probanden neu berechnet werden. Nach Wishart ist dieses Verfahren in der Lage besonders eindeutige Cluster zu identifizieren (Wishart, 2006).

Es wird empfohlen in der Clusteranalyse z-transformierte Daten zu verwenden, um eine Gleichgewichtung aller Variablen bei der Berechnung der Gesamtdistanz aus den quadrierten, euklidischen Einzeldistanzen zu gewährleisten (Abbildung 7, S. 140). Entsprechend wurden in der vorliegenden Studie die Mittelwerte der betrachteten Skalen z-transformiert, um die Gleichgewichtung der Skalen zu gewährleisten.

4.6.6 Modellprüfgrößen

Die Ergebnisse der Cluster-Lösung werden anhand von verschiedenen Modellprüfgrößen auf ihre Eindeutigkeit und Güte getestet. Im Rahmen dieser Studie wurden dazu insbesondere verschiedene Clusterverfahren verwendet, die Stichprobe in zufällige halbierte Stichproben unterteilt und miteinander verglichen, Monte-Carlo-Studien durchgeführt und die Einzelskalen und die Gesamtskalen in Bezug auf ihre Homogenität untersucht. Diese Methoden werden in den folgenden Abschnitten näher vorgestellt, die jeweiligen Ergebnisse finden sich in den Kapiteln 5.4.1.1 (S. 145), 5.4.1.2 (S. 148) und 5.4.1.3 (S. 150).

4.6.6.1 Berechnung der Clusterzugehörigkeit durch verschiedene Clusterverfahren

Zur Absicherung der Stabilität der gewonnenen Cluster-Lösungen können verschiedene clusteranalytische Verfahren zur Berechnung der Clusterzugehörigkeit der Probanden verwendet und gegenübergestellt werden (Eckes & Rossbach, 1980; Bacher, 2002, S. 161–162). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden dazu die hierarchisch-agglomerative Clusteranalyse nach dem Ward-Verfahren und die Two-step-Clusteranalyse gewählt, da deren Zuordnungen als sehr zuverlässig gelten (s. Kapitel 4.6.3, S. 103). Zur Validierung der Ergebnisse werden anschließend die Cluster-Lösungen per Augenschein oder über Kreuztabellen, die die Zuordnung der Probanden gegenüberstellen, verglichen (s. Kapitel 5.4.1.1, S. 143).

Außerdem kann der Kontingenzkoeffizient C bestimmt werden. Er ist ein statistisches Zusammenhangsmaß für nominalskalierte Merkmale. Im hier vorliegenden Fall dient er

zur Validierung der berechneten Cluster-Lösung durch Korrelation der Ergebnisse verschiedener Clusteranalysen. Der Kontingenzkoeffizient C basiert auf dem Vergleich der tatsächlich ermittelten Häufigkeiten zweier Merkmale mit den Häufigkeiten, die man bei Unabhängigkeit dieser Merkmale erwarten könnte. Die Werte des Kontingenzkoeffizient C liegen immer zwischen 0 und 1, wobei zu beachten ist, dass der maximal erreichbare Wert von der Zahl der Reihen und Spalten der Tabelle abhängt und daher meist unter 1 liegt (Bortz, 2005, S. 234–235; Janssen & Laatz, 2007, S. 270–271).

Für quadratische Tabellen ist C_{Max} nach folgender Formel bestimmbar (Janssen & Laatz, 2007, S. 271):

$$C_{\text{Max}} = \sqrt{\frac{r-1}{r}} \quad (4.1)$$

mit r = Zahl der Reihen bzw. Spalten der Tabelle

Für die in diesem Fall vorliegenden 2*2-Tabellen ergibt sich jeweils ein C_{Max} von 0,707.

4.6.6.2 Halbierung der Stichprobe

Bei dieser Methode, die auch Split-Half-Verfahren genannt wird, erfolgt die Stabilitätsprüfung durch die Teilung des Gesamtdatensatzes in zwei zufällige Hälften, die anschließend jeweils einer separaten Clusteranalyse unterzogen werden. Die Cluster-Lösungen der Teilstichproben werden anschließend mit der Cluster-Lösung des Gesamtdatensatzes verglichen (Bortz, 2005, S. 580).

Im vorliegenden Fall wurden die aus 67 Probanden bestehende Stichprobe per Zufallsverfahren in zwei Hälften unterteilt und für jede Teilstichprobe eine unabhängige Clusteranalyse nach dem k-means-Verfahren (s. 4.6.3.2, S. 104) durchgeführt. Es wurde jeweils diejenige Cluster-Lösung ausgewählt, für welche die Streuungssumme, d. h. die aufsummierten, quadrierten Abstände vom Clusterzentrum, in den Clustern ein Minimum bildet. Die Zuordnungen in der Gesamtstichprobe wurden schließlich mit den Zuordnungen der geteilten Stichprobe kreuzvalidiert und ihr Profilverlauf per Augenschein verglichen.

4.6.6.3 Monte-Carlo-Verfahren

Die Ergebnisse von Clusteralgorithmen sind abhängig von der Reihenfolge der Probanden in Datensatz und den Startzentren, die der Algorithmus nutzt. Um diesem Problem zu begegnen, können Monte-Carlo-Verfahren angewendet werden (Wiedenbeck & Züll, 2001; Bacher, 2002, S. 341). Diese Verfahren beruhen darauf, die Verteilung der zu testenden Statistik durch eine große Anzahl zufälliger Variationen (Randomisierungen) empirisch zu bestimmen. Im vorliegenden Fall können die Startzentren und Reihenfolgen zufällig variiert werden, um sich so über eine große Anzahl an Randomisierungen einer optimalen Lösung anzunähern. Unter einer optimalen Lösung wird in der vorliegenden Studie eine Lösung verstanden, bei der die Streuungsquadratsumme innerhalb der Cluster minimiert ist.

4.6.6.4 Homogenität

Durch die Bestimmung der Homogenität von Clustern kann abgeschätzt werden, wie stark die einzelnen Cluster voneinander abgegrenzt sind. Bacher (2002, S. 326) schlägt vor, zur Überprüfung der Homogenität der ermittelten Clustergruppen die Standardabweichungen der einzelnen Cluster der Standardabweichung der Gesamtgruppe gegenüberzustellen. Die Standardabweichungen der einzelnen Cluster sollten geringer sein als die der Gesamtgruppe.

Durch dieses Verfahren soll, ähnlich wie bei den übrigen dargestellten Modellprüfgrößen, sichergestellt werden, dass den Clustern inhaltlich bedeutsame Zusammenhänge zugrunde liegen, d. h. dass den Daten nicht zufällig durch das gewählte Clusterverfahren eine Struktur aufgezwängt wird (Bock, 1980). Bei sehr homogenen Clustern geht man davon aus, dass es sich um eine natürliche Klassenstruktur handelt, bei heterogenen Clustern eher um eine künstlich erzeugte Struktur (Bock, 1980).

Einen Überblick über die Standardabweichungen der verschiedenen Gruppen bezüglich der zur Clusterbildung verwendeten sieben Skalen der vorliegenden Studie liefert Tabelle 26 (S. 150).

4.6.7 Vergleich der Cluster-Lösungen

In der vorliegenden Studie wurden zur Klärung der Frage, ob sich die auftretenden Mittelwertsunterschiede der beiden Cluster-Lösungen aus Kapitel 5.5.1 (S. 152) um zufällige Schwankungen oder um überzufällige, systematische bzw. signifikante

Unterschiede handelt, t-Tests durchgeführt. Dabei wurde der t-Test für unabhängige Stichproben gewählt, da es sich um einen Vergleich der Mittelwerte von Stichproben aus zwei verschiedenen Populationen handelt. Die Voraussetzungen für die Anwendung von t-Tests in der vorliegenden Studie wurden geprüft und als erfüllt angesehen: Die untersuchten Merkmale sind intervallskaliert, die Merkmale sind in der Population normalverteilt und die Populationsvarianzen der beiden Stichproben sind homogen (Rasch et al., 2006, S. 59). Die Normalverteilung wurde über Histogramme, die Varianzhomogenität mit Hilfe von Levene-Tests überprüft. Das Signifikanzniveau der durchgeführten t-Tests wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Im Allgemeinen wird bei der Durchführung eines t-Tests die Wahrscheinlichkeit bestimmt, bei der Ablehnung der Nullhypothese einen Fehler zu begehen. Die globale Nullhypothese in der vorliegenden Studie lautet, dass die beiden ermittelten Cluster sich nicht signifikant unterscheiden. Zur Überprüfung der globalen Nullhypothese müssen sieben einzelne t-Tests durchgeführt werden. Bei dieser Prozedur steigt durch die mehrfache Wiederholung des t-Tests die Irrtumswahrscheinlichkeit stark an, man spricht auch von der α -Fehler-Kumulation beim multiplen Testen (Bortz, 2005, S. 129). Das ursprüngliche Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ kann bei der Durchführung multipler t-Tests nicht beibehalten werden, es muss korrigiert werden. Dafür können u. a. die sehr konservative Bonferroni-Korrektur und die konservative Bonferroni-Holm-Korrektur gewählt werden (Holm, 1979). Die Bonferroni-Holm-Prozedur gilt als weniger konservativ als die Bonferroni-Korrektur, da das erforderliche Signifikanzniveau mit der Anzahl der Vergleiche stetig sinkt (Tabelle 10).

Zur Korrektur nach Bonferroni-Holm wurden die folgenden Schritte durchgeführt (Bortz, 2005, S. 129–130):

1. Festlegung des globalen α -Niveaus auf $\alpha = 0,05$.
2. Ermittlung der p-Werte (Tabelle 28, S. 155).
3. Sortieren der p-Werte vom Kleinsten zum Größten.
4. Berechnung der lokalen, korrigierten α'_1 -Niveaus, als Verhältnis des globalen α -Niveaus zu der Anzahl der Tests m (hier: $m = 7$; Tabelle 10)
5. Vergleich der berechneten p-Werte aus Kapitel 5.1 (S. 125) mit den in Tabelle 10 dargestellten lokalen α -Niveaus.

Tabelle 10 Bonferroni-Holm-Korrektur bei multiplen t-Tests zur Anpassung des Signifikanzniveaus (Holm, 1979). Alle berechneten p-Werte sind kleiner oder gleich der korrigierten α' . Die globale Nullhypothese sowie alle Einzelnullhypothesen können verworfen werden.

Bonferroni-Holm-Korrektur	Lokales, korrigiertes α' für 7 Einzeltests	Lokales, korrigiertes α' für 7 Einzeltests (gerundet)	Geordnete p-Werte der beiden betrachteten Cluster-Lösungen (vgl. Tabelle 28; gerundet)
$\alpha'_1 = \frac{\alpha_g}{m}$	$\alpha'_1 = \frac{0,05}{7}$	0,01	0,00
$\alpha'_2 = \frac{\alpha_g}{m-1}$	$\alpha'_2 = \frac{0,05}{6}$	0,01	0,00
$\alpha'_3 = \frac{\alpha_g}{m-2}$	$\alpha'_3 = \frac{0,05}{5}$	0,01	0,01
$\alpha'_4 = \frac{\alpha_g}{m-3}$	$\alpha'_4 = \frac{0,05}{4}$	0,01	0,01
$\alpha'_5 = \frac{\alpha_g}{m-4}$	$\alpha'_5 = \frac{0,05}{3}$	0,02	0,02
$\alpha'_6 = \frac{\alpha_g}{m-5}$	$\alpha'_6 = \frac{0,05}{2}$	0,03	0,03
$\alpha'_7 = \frac{\alpha_g}{m-6}$	$\alpha'_7 = \frac{0,05}{1}$	0,05	0,05

Beginnend mit α'_1 wird jeweils das korrigierte α' mit dem berechneten p-Wert verglichen, bis der berechnete p-Wert größer ist als der zugehörige lokale Wert α'_m . Aus Tabelle 10 geht hervor, dass dies in der vorliegenden Studie nicht der Fall ist. Alle berechneten p-Werte sind kleiner oder gleich der korrigierten α' .

Im Allgemeinen gilt: Unterschreitet nur ein einziger berechneter t-Wert das zugehörige α' kann die globale Nullhypothese verworfen werden (Bortz, 2005, S. 129). Für die Betrachtung der Einzelhypothesen in sortierter Reihenfolge gilt, dass alle Nullhypothesen deren p-Wert kleiner als das zugehörige α' sind, zurückgewiesen werden. Alle Nullhypothesen, deren p-Wert größer als das zugehörige α' ist werden angenommen, außerdem werden alle Null-Hypothesen der darauf folgenden Vergleiche angenommen.

4.6.8 Verwendete Programme zur statistischen Auswertung

Zur Identifizierung der Cluster zur Beschreibung prototypischer Routinen wurde das Programm *ClustanGraphics* (Wishart, D.; Edinburgh, GB, Version 6.03) verwendet. Vorteile des Programms liegen u. a. darin, dass es während der Berechnung der Cluster Werte zur Modellgüte angeben kann, dass es automatisch Ausreißer entfernt, dass verschiedene Startwerte zur Clusterbildung ausgewählt werden und die Reproduzierbarkeit von Lösungen bestimmt werden können (Wishart, 2006, S. 2). Zur genauen Beschreibung der Typen, Signifikanztests, Berechnung von Korrelationen, Reliabilitäten, Inter-Rater-Übereinstimmungen, Kreuztabellen und der deskriptiven Datenanalyse wurde das Statistikpaket PASW (SPSS Inc., Chicago, Illinios, USA, Version 17.0.2) eingesetzt. Zur Durchführung von Randomisierungstest mit zufälligen Daten im Rahmen des Split-Half-Verfahrens wurden Zufallsmatrizen mit Hilfe von Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, Washington, USA, Version 2007) erstellt.

4.6.9 Formel zur Bestimmung der Clusterzugehörigkeit

Die im Folgenden beschriebene Vorgehensweise zur Bestimmung der Clusterzugehörigkeit ist an die Vorgehensweise, wie sie bereits bei Neuhaus zur Bestimmung der Zugehörigkeit zu einem Lehrertyp beschrieben wurde, angelehnt (Neuhaus, 2004, S. 64–66). In der vorliegenden Arbeit wurde diese Vorgehensweise angepasst und erweitert, sodass die Zuordnung eines neu erhobenen Probanden zu einem Cluster unmittelbar, interaktiv sowie computergestützt erfolgt.

Bei der Clusteranalyse werden zur Berechnung der Clusterzugehörigkeit Linearkombinationen verwendet, die auch eine direkte Zuordnung neu erhobener Probanden zu den bisher ermittelten Gruppen erlauben. Diese direkte Zuordnung findet z. B. bei der Verwendung des computergestützten Programms, welches im Rahmen der vorliegenden Studie entwickelt wurde, interaktiv statt, sodass eine Lehrkraft, die computergestützt den Fragebogen bearbeitet, unmittelbare Rückmeldung über ihre Clusterzugehörigkeit erhält (s. Kapitel 4.7, S. 118).

Die Formel 5.1 zeigt die Berechnungsvorschrift für die Gruppenzugehörigkeit, die auf dem k-means-Verfahren basiert. Als Abstandsmaß wird auch hier, wie bei der Bestimmung der Cluster-Lösung in Kapitel 5.5 (S. 152), die quadrierte euklidische Distanz verwendet. Der Algorithmus des k-means-Verfahrens minimiert den mittleren Abstand jedes neuen Probanden vom Clusterzentrum im n-dimensionalen Raum, wobei n die Anzahl der in die Analyse eingehenden Items bezeichnet. Gesucht wird das lokale Minimum im linearen Gleichungssystem. Der mittlere Abstand des Probanden vom Clusterzentrum wird nach folgender Formel bestimmt:

$$D_a = \left\{ \sum_{i=1}^n (X_i - C_{i,a})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4.2.)$$

mit: D_a : der mittlere Abstand vom Clusterzentrum a
 X_i : der Testwert des Probanden bezüglich des Items i
 $C_{i,a}$: das Clusterzentrum a bezüglich des Items i

Da in Kapitel 5.5 (S. 152) zwei verschiedene Cluster identifiziert wurden, müssen für jede einzelne Lehrkraft die Abstände zu den beiden ermittelten Clusterzentren berechnet werden. Nach der Formel 5.2. muss für jeden Probanden der mittlere Abstand von jedem dieser beiden Clusterzentren bestimmt werden (Formel 5.3. und

5.4.). Der Proband wird anschließend dem Clusterzentrum zugeordnet, dem er am nächsten liegt.

In Formel 5.2. wurde die Standardisierung der Items noch nicht berücksichtigt, die durchgeführt worden war, um allen Items bei der Clusterberechnung dieselbe Gewichtung zukommen zu lassen (s. Kapitel 4.6.5, S. 111).

Analog zu der Vorgehensweise bei der Clusterermittlung in Kapitel 5.5. (S. 152) müssen auch hier die Testwerte jedes Probanden in z-standardisierte Werte umgewandelt werden und anstatt des Clusterzentrums die standardisierten Clusterzentren in die Formel eingesetzt werden.

In der vorliegenden Studie ergeben sich nach Formel 5.2. (S. 115) und den berechneten Clusterzentren (s. Kapitel 5.5, S. 152) die folgenden Terme zur Bestimmung des mittleren Abstandes von den Clusterzentren:

$$D_{\text{probl. R.}} = \sqrt{(x_{\text{UE, Handl}} - 0,25)^2 + (x_{\text{UE, inf}} - 0,25)^2 + (x_{\text{UE, Probl}} + 0,27)^2 + (x_{\text{Ex, Auton}} - 0,30)^2 + (x_{\text{Ex, Di}} - 0,23)^2 + (x_{\text{SV, Probl}} + 0,70)^2 + (x_{\text{SV, Wdh}} - 0,54)^2} \quad (4.3.)$$

$$D_{\text{inf. R.}} = \sqrt{(x_{\text{UE, Handl}} + 0,31)^2 + (x_{\text{UE, inf}} + 0,31)^2 + (x_{\text{UE, Probl}} - 0,33)^2 + (x_{\text{Ex, Auton}} + 0,37)^2 + (x_{\text{Ex, Di}} + 0,28)^2 + (x_{\text{SV, Probl}} - 0,86)^2 + (x_{\text{SV, Wdh}} + 0,68)^2} \quad (4.4.)$$

- mit: $D_{\text{probl. R.}}$: der mittlere Abstand vom Clusterzentrum *problemorientierte Routine*
 $D_{\text{inf. R.}}$: der mittlere Abstand vom Clusterzentrum *informierende Routine*
 X_i : z-standardisierter Wert des Probanden bezüglich des Items
i: UE, Handl: Unterrichtseinstiege, Handlungsorientierung
UE, inf: Unterrichtseinstiege, informierender Unterrichtseinstieg
UE, Probl: Unterrichtseinstiege, Problemorientierung
Ex, Auton: Experimentieren, Autonomie
Ex, Di: Experimentieren, Didaktische Induktion
F, Probl: Umgang mit Schülervorstellungen, Problemorientierung
F, Wdh: Umgang mit Schülervorstellungen, Wiederholung

Zur näherungsweisen Bestimmung des z-standardisierten Wert X_i eines neu erhobenen Probanden muss der Testwert X_T nach folgender Formel in den z-standardisierten Wert X_i überführt werden:

$$X_i = \frac{X_T - MW_i}{SD_i} \quad (4.5.)$$

mit: MW_i : Mittelwerte aller Probanden für das Item aus der Online-Studie (Werte s. Tabelle 11)
 SD : Standardabweichung aller Testwerte für das Item aus der Online-Studie (Werte s. Tabelle 11)
 X_T : Testwert
 X_i, i : s. o.

Tabelle 11 Mittelwerte und Standardabweichungen aller Testwerte für das Item aus der Online-Studie. (UE, Handl: Unterrichtseinstiege; Handlungsorientierung UE, inf: Unterrichtseinstiege, informierender Unterrichtseinstieg UE; Probl: Unterrichtseinstiege, Problemorientierung Ex; Auton: Experimentieren, Autonomie; Ex, Di: Experimentieren, Didaktische Induktion F; Probl: Umgang mit Schülervorstellungen, Problemorientierung F; Wdh: Umgang mit Schülervorstellungen, Wiederholung)

	Items i						
	UE, Handl	UE, inf	UE, Probl	Ex, Auton	Ex, Di	F, Probl	F, Wdh
MW	2,32	3,90	3,41	1,71	1,88	1,62	2,02
SD	0,86	0,89	0,91	0,33	0,23	0,51	0,47

Durch die z-Standardisierung der Testwerte X_T für einen neu erhobenen Probanden durch Einsetzen von X_T in Formel 5.5 und das anschließende Einsetzen von X_i in Formel 5.3 und 5.4 ergibt sich die Clusterzugehörigkeit des Probanden: der Proband wird demjenigen Cluster zugeordnet, zu dem der berechnete Abstand D geringer ist. Alle zugehörigen Berechnungen werden in der vorliegenden Studie von dem entwickelten, CD-ROM gestützten Computerprogramm interaktiv durchgeführt. Anschließend wird die Clusterzugehörigkeit auf dem Bildschirm angezeigt.

4.7 Schritt 5 – Erstellung des CD-ROM gestützten Computerprogramms

4.7.1 Erstellung der Videosequenzen

Zentraler Bestandteil des CD-ROM gestützten Computerprogramms sind kurze Videosequenzen, die das durch das Programm ermittelte Ergebnis zum prototypischen Handeln der Lehrkräfte veranschaulichen. Diese Videosequenzen wurden auf der Grundlage der in Kapitel 5.5.1 (S. 152) beschriebenen Muster prototypischer Routinen, die das prototypische Handeln der Lehrkräfte in den betrachteten Unterrichtssituationen – Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Umgang mit Experimenten und Umgang mit Schülervorstellungen – verdeutlichen, erstellt.

Dazu wurden die den Skalen zugrunde liegenden Items zunächst in „Drehbücher“ überführt (s. Anhang B). Mit den Drehbüchern wurde beabsichtigt, vor Ort beim Videodreh einen möglichst reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. So enthielten sie eine Zusammenfassung des Inhalts der zu drehenden Videosequenzen, eine Materialliste mit den notwendigen Requisiten und die zu sprechenden Texte für die teilnehmenden Lehrkräfte und Schüler. Die Texte wurden zusätzlich als „Spickzettel“ ausgegeben, um den Teilnehmern den Ablauf zu vereinfachen.

Drehorte waren zwei Gymnasien, an denen insgesamt drei Drehtermine zur Erstellung der Videosequenzen stattfanden. Zwei Drehtermine wurden am Gymnasium Am Turmhof in Mechernich (NRW), ein Drehtermin am Gertrud-Bäumer-Gymnasium in Remscheid (NRW) durchgeführt. Die Drehtermine lagen jeweils außerhalb der Unterrichtszeit, so dass die Schulklassen nicht vollständig teilnehmen konnten. Es waren jeweils fünfzehn bis achtzehn Schüler, eine Lehrkraft und das Kamerateam, bestehend aus vier Personen, anwesend. Jeder Drehtermin dauerte etwa zwei Schulstunden.

Es wurden drei Videokameras verwendet, mit zwei Kameras wurde die ‚totale‘ Perspektive erfasst, eine dritte Kamera diente als Aktionskamera, zum Verfolgen von Bewegungen. Beim Aufbau der Kameras wurde versucht, das vollständige Klassenzimmer zu erfassen, die Positionierung erfolgte wie im „Videomanual für die Filmaufnahmen der Videostudien der nwu-Essen“ (NWU-Essen 2004) beschrieben. Die Lehrkräfte erhielten ein mobiles Mikrofon, die Schüler wurden über Richtmikrofone aufgezeichnet.

Da es sich um konstruierte, nachgespielte Unterrichtssituationen handelt, konnten die meisten Szenen mehrere Male gespielt werden, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht wurde.

Im Anschluss wurde das digitale Rohmaterial entsprechend der Drehbücher zu einer vollständigen Videosequenz zusammengeschnitten. Dazu wurde das Videoschnittprogramm *Pinnacle Studio 10* (Avid Technology Inc., Tewksbury, USA) verwendet. Tabelle 12 gibt einen Überblick über die erstellten Videosequenzen.

Tabelle 12 Überblick über die 16 erstellten Videosequenzen. Zu jeder unten angeführten prototypischen Routine wurde eine Videosequenz erstellt.

Unterrichtssituation	Videosequenz zu prototypischer Routine
Unterrichtseinstiege (UE)	Wiederholung/ Anknüpfen an Vorwissen
	Informierend
	Handlungsorientierung
	Alltagsbezug
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung
Experimentieren (Ex)	Kooperation (wenig (-)/viel (+))
	Autonomie (wenig (-)/viel (+))
	Didaktische Induktion (DI)/didaktische Deduktion (DD)
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung
	Transfer zu einem anderem biologischen Beispiel
	Wechsel der Repräsentationsform (Medienwechsel)
	Verhalten wird ignoriert
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung

4.7.2 Entwicklung und Programmierung der Computerprogramms

Zur Verwirklichung des Ziel der vorliegenden Studie, ein CD-ROM gestütztes Computerprogramm zu entwickeln, welches als Anlass für Biologielehrkräfte dienen kann, ihr eigenes prototypisches Handeln zu reflektieren, wurden zunächst, wie auf die in Kapitel 4.2 (S. 82) und 4.6.5 (S. 108) dargelegte Weise, prototypische Routinen von Biologielehrkräften identifiziert und beschrieben. Anschließend wurde mit technischer Unterstützung der Firmen *Cocktailmedia* und *Fastrvisions.de* eine Macromedia-Flash basiertes Standalone-Softwareumgebung programmiert, welche die aus der Hauptuntersuchung verwendeten Items enthält und mit deren Hilfe eine interaktive, unverzügliche Identifikation und Zuordnung der Lehrkraft zu den zuvor erhobenen prototypischen Routinen erlaubt. Weiterhin soll das Computerprogramm die Vorteile multimedialer Umgebungen nutzen, d. h. vor allem folgende technische und inhaltliche Vorgaben erfüllen:

- Es soll einfach und ohne Vorkenntnisse zu bedienen sein.
- Es soll eine klare Struktur besitzen, gute Übersichtlichkeit und Lesbarkeit zeigen.
- Es soll interaktiv sein, d. h. die Auswertung und Zuordnung zu einem Cluster erfolgt unverzüglich nach der Bearbeitung.
- Fachbegriffe und die dargestellten Ergebnisse sollen in Textform und in Form von kurzen Videosequenzen erläutert werden.
- Es soll keine weitere Softwareinstallation notwendig machen.
- Es soll eine geringe Dateigröße besitzen, um den Austausch und die Weitergabe zu vereinfachen.
- Es soll plattformunabhängig auf allen gängigen Betriebssystemen, Speichermedien und auf Websites jederzeit ohne örtliche Beschränkung nutzbar sein.
- Es soll Druckfunktionen besitzen, um die ermittelten Ergebnisse ausdrucken und vergleichen zu können.
- Es soll zur Datenerhebung verwendbar sein, d. h. mit Zustimmung der Lehrkraft werden die Ergebnisse als Datenmatrix an den Autor der Studie versendet.
- Die Softwareumgebung soll erweiterbar sein, um die Integration zukünftiger Ideen und Projekte zu ermöglichen.
- Die Bearbeitung soll Spaß machen und zur Weiterarbeit motivieren.

Es konnten alle genannten Anforderungen erfüllt werden. Eine Kopie des Computerprogramms liegt in Form einer CD-ROM der vorliegenden Arbeit bei. Es soll zukünftig in Lehreraus- und -weiterbildungen zum Einsatz kommen und dort ausführlich hinsichtlich seiner Eignung als Reflexionsanlass über prototypische Routinen erprobt werden.

4.7.3 Validierung der konstruierten Videosequenzen

Zur Überprüfung ob die 16 konstruierten Videosequenzen tatsächlich prototypisches Handeln von Lehrkräften im Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen zeigen, wurden sie mit Unterstützung von 23 berufserfahrenen Lehrkräften validiert. Dies erfolgte mit Hilfe eines Fragebogens sowie strukturierten Interviews.

Da es für die im Rahmen der vorliegenden Studie entwickelten Skalen keine Außenkriterien gibt und den Tests kein theoretisches Konstrukt zugrunde liegt, stellt für den zu entwickelnden halbstandardisierten Fragebogen lediglich die inhaltliche Validität ein sinnvolles Validitätskriterium dar. „Inhaltsvalidität ist gegeben, wenn der Inhalt der Testitems das zu messende Konstrukt in seinen wichtigsten Aspekten erschöpfend erfasst“ (Bortz & Döring, 2006, S. 200–202). Sie kann laut Bortz & Döring (2006, S. 200-202) nicht in Zahlen wiedergeben werden, sondern eher als subjektive Einschätzung. Im vorliegenden Fall kann eine hohe inhaltliche Validität angenommen werden, wenn die Videosequenzen, die auf den sieben Skalen zu prototypischen Routinen von Biologielehrkräften in Expertenbefragungen beruhen, als sinnvolle Beschreibung prototypischer Vorgehensweisen von Biologielehrern bezeichnet werden.

Durchführung

Zur inhaltlichen Validierung der Unterrichtsvideos, d. h. für die Feststellung, ob die konstruierten Videosequenzen tatsächlich prototypisches Handeln von Biologielehrkräften in möglichst authentischen, unterrichtsnahen Situationen zeigen, wurden 21 Biologielehrkräfte mit durchschnittlich mehr als 10 Jahren Berufserfahrung befragt.

Die Validierung erfolgte in drei Schritten:

1. Im Rahmen eines halbstandardisierten Interviews wurden die Biologielehrkräfte gebeten, Vorschläge für Unterrichtseinstiege, zur Vorgehensweise beim

- Experimentieren und im Umgang mit Schülervorstellungen zu machen. Dazu wurden ihnen Unterrichtsszenarien, Inhalte und Ziele als Rahmen vorgegeben.
2. Den Lehrkräften wurden alle Unterrichtssequenzen ohne Erläuterungen gezeigt. Anschließend wurden sie gebeten die Videos vorgegebenen prototypischen Routinen zuzuordnen und dies auf einem Fragebogen zu vermerken. Als Hilfestellung erhielten sie in unsortierter Reihenfolge Kärtchen, auf denen Titel der Unterrichtsvideos vermerkt waren. Auf Wunsch wurden die auf den Kärtchen dargestellten Begriffe durch den Versuchsleiter und durch schriftliche Definitionen erläutert.
 3. In einem dritten Schritt sollten die Lehrkräfte Äußerungen darüber treffen, ob die gezeigten Videosequenzen dazu geeignet sind, prototypisches Handeln von Lehrkräften zu illustrieren, und für welche Zwecke sie sich den Einsatz der Unterrichtsvideos vorstellen könnten.

Auswertung

Die Auswertung der halbstandardisierten Interviews des ersten Schrittes der Validierung erfolgte mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse. Als Kategoriensystem dienten die zur Erstellung der Videosequenzen verwendeten Skalen (Tabelle 18, S. 137; inhaltliche Darstellung s. Kapitel 2.3.5.2, S. 64). Ziel war es, festzustellen, ob die von den Lehrkräften genannten Vorschläge den im Rahmen der Studie identifizierten prototypischen Routinen zugeordnet werden konnten oder ob es nötig ist, weitere prototypische Vorgehensweisen zu ergänzen. Sollten alle Vorschläge den im Rahmen der Studie identifizierten prototypischen Routinen zugeordnet werden können, wäre dies ein erster Hinweis auf die Gültigkeit der prototypischen Routinen und damit ein Hinweis, dass die Videosequenzen das gesamte Handlungsspektrum von Biologielehrkräften in den vorgegebenen, eng umgrenzten Szenarien wiedergeben. Außerdem würden sich durch eine erfolgreiche Zuordnung der genannten Vorschläge Hinweise ableiten lassen, dass die Unterrichtssequenzen authentische, unterrichtsnahe Situationen zeigen.

Die Auswertung und Zuordnungen der von den Lehrkräften genannten Vorschläge mit Hilfe des vorgegebenen Kategoriensystems (s. o.) wurde durch zwei zu diesem Zweck geschulte Mitarbeiter durchgeführt. Anschließend wurde zur Ermittlung der Übereinstimmung der Rater, *Cohens κ* bestimmt, welches ein statistisches Maß für die Übereinstimmung von zwei Beurteilern darstellt (Bortz, 2005, S. 581). Die κ -Statistiken prüfen das Ausmaß an Übereinstimmung durch Einbezug und Vergleich zu dem durch

zufälliges Einschätzen erreichbaren Ausmaß an Übereinstimmung. Dabei kann κ Werte zwischen eins und null annehmen.

Folgende Grenzwerte für κ sind üblich:

- $\kappa = 1$: vollständige Übereinstimmung,
- $\kappa = 0$: vollständige zufällige Übereinstimmung,
- $0,4 < \kappa < 0,6$: mäßige Übereinstimmung,
- $\kappa > 0,75$: gute bis ausgezeichnete Übereinstimmung.

Dieses Vorgehen stellt eine inhaltliche Validierung des Tests dar, im zweiten Schritt der Validierung erfolgt die Kriteriumsvalidierung.

Für den zweiten Schritt der Validierung wurden verschiedene Maße zur Berechnung der Übereinstimmung der Lehrkräfte bei der Zuordnung von passenden Überschriften zu den Videosequenzen herangezogen. Vergibt eine Lehrkraft einer Videosequenz den gleichen Namen, wie er durch den Autor der Studie vergeben wurde, wird dies mit dem Wert 1 kodiert. Ist die Benennung unterschiedlich, wird der Wert 0 vergeben. Auf diese Weise ergibt sich für alle 23 Probanden eine Datenmatrix mit künstlich-dichotomen Items. Im Anschluss werden alle Expertenurteile mit zwei verschiedenen statistischen Methoden auf ihre Übereinstimmung untereinander untersucht (s. u.). Das gegebene Skalenniveau schränkt die Zahl der verwendbaren Verfahren zur Bestimmung der Interrater-Reliabilität ein, eine Übersicht über die zur Verfügung stehenden Verfahren geben Wirtz & Caspar, S. 42–43 (2002, S. 42-43).

1. Cohens κ

Wie auch in Schritt eins wurde die Interrater-Reliabilität zunächst durch die Berechnung von Cohens κ ermittelt. Typischerweise wird Cohens κ zur Ermittlung der Übereinstimmung zweier Rater herangezogen. Im vorliegenden Fall sollte dies jedoch zur Berechnung der Übereinstimmung aller 23 Probanden erfolgen. Dazu werden zunächst aus den 23 Probanden alle möglichen Kombinationen aus Raterpaaren gebildet. Für die Raterpaare werden in Kreuztabellen anschließend die Cohens κ -Werte bestimmt. Die sich daraus ergebende Matrix der Cohens κ -Werte ist in Anhang D dargestellt. Wirtz & Caspar (2002, S. 67) schlagen vor, den Medianwert aller ermittelten κ -Werte zu verwenden, da dieser „als Schätzung der durchschnittlichen Übereinstimmung zwischen allen Ratern zu betrachten“ ist.

2. Cronbachs α bzw. Kuder-Richardson-Formel 20

Cronbachs α ist ein Maß für die interne Konsistenz einer Skala und wird oft in psychometrischen Tests herangezogen, um zu überprüfen, ob die Summe aller Itemantworten in einem Test reliabel ist. Allerdings können über die Ermittlung von Cronbachs α auch Aussagen zur Interrater-Reliabilität getroffen werden. Für den hier vorliegenden Fall kann geprüft werden, „ob die Einschätzung durch jeden einzelnen Rater zuverlässig ist“ (Wirtz & Caspar, 2002, S. 18). Cronbachs α gibt in diesem Falle an, „ob sich alle Rater an demselben Merkmal bei der Einschätzung orientieren“.

Im vorliegenden Fall wurden die Zuordnungen der Lehrkräfte zusätzlich künstlich dichotomisiert (s. o.). Obwohl auch Cronbachs α außer auf polytome auch auf dichotome Items anwendbar ist (Bortz & Döring, 2006, S. 198), wurde zur Überprüfung der Berechnung von Cronbachs α hier die Kuder-Richardson-Formel 20 verwendet (Lienert & Raatz, 1998, S. 192). Die Ergebnisse der Anwendung der Kuder-Richardson-Formel 20, die speziell auf dichotome Items anzuwenden ist, sind in Tabelle 33 (S. 166) dargestellt.

5 Ergebnisse

5.1 Unterrichtsrelevante prototypische Routinen

5.1.1 Prototypische Unterrichtssituationen

In einem ersten Schritt der Untersuchung sollten diejenigen Situationen im Unterricht identifiziert werden, in denen Biologielehrkräfte unterschiedliche prototypische Routinen zeigen. Dazu wurde ein geschlossener, halbstandardisierter Fragebogen erstellt, der nach Selbstauskunft der Lehrkräfte diejenigen Situationen im Unterricht beschreibt, in denen sie sich am meisten von ihren Biologiekollegen unterscheiden und die sie als besonders prototypisch für ihren Unterricht halten. Außerdem wurden sie um ihre Einschätzung gebeten, ob sie die von ihnen ausgewählte prototypische Routine als inhaltsabhängig halten, d. h. ob sie der Meinung sind, dass sie ihr Verhalten von dem aktuell im Unterricht behandelten Inhalten abhängig machen. Einen Überblick über die Ergebnisse gibt Abbildung 5. Biologielehrkräfte geben an, dass sie besonders im Umgang mit Schülervorstellungen, Schülerfehlern und Experimenten prototypisch handeln. Außerdem sind sie der Meinung, dass sie sich besonders in der Verwendung von Aufgaben, Experimenten und Methoden von ihren Kollegen unterscheiden.

Bezieht man beide Aussagen *das halte ich für besonders prototypisch* und *darin unterscheide ich mich besonders von meinen Kollegen* gleichzeitig in die Betrachtung ein, so wird der Umgang mit Schülervorstellungen und Schülerfehlern sowie der Einsatz von Aufgaben am häufigsten genannt.

Ziel der Teilstudien eins bis drei (Schritt 1-3; s. Kapitel 4.3-4.5, S. 84-91) ist die Identifikation inhaltsunspezifischer prototypischer Routinen. Dazu wurden die teilnehmenden Lehrkräfte bereits in Schritt 1 (s. Kapitel 4.3, S. 84) um ihre Einschätzung gebeten, ob die im Fragebogen genannten Unterrichtssequenzen in Abgrenzung zu ihrem Zweitfach fachspezifisch biologische Lehrprozesse darstellen (Abbildung 5) und, ob diese vom in der Unterrichtsstunde gewählten Inhalt abhängig sind. Die befragten Biologielehrkräfte hielten den Umgang mit Schülervorstellungen, das Schülerinteresse zu wecken und den Methodeneinsatz für fach- und inhaltspezifisch.

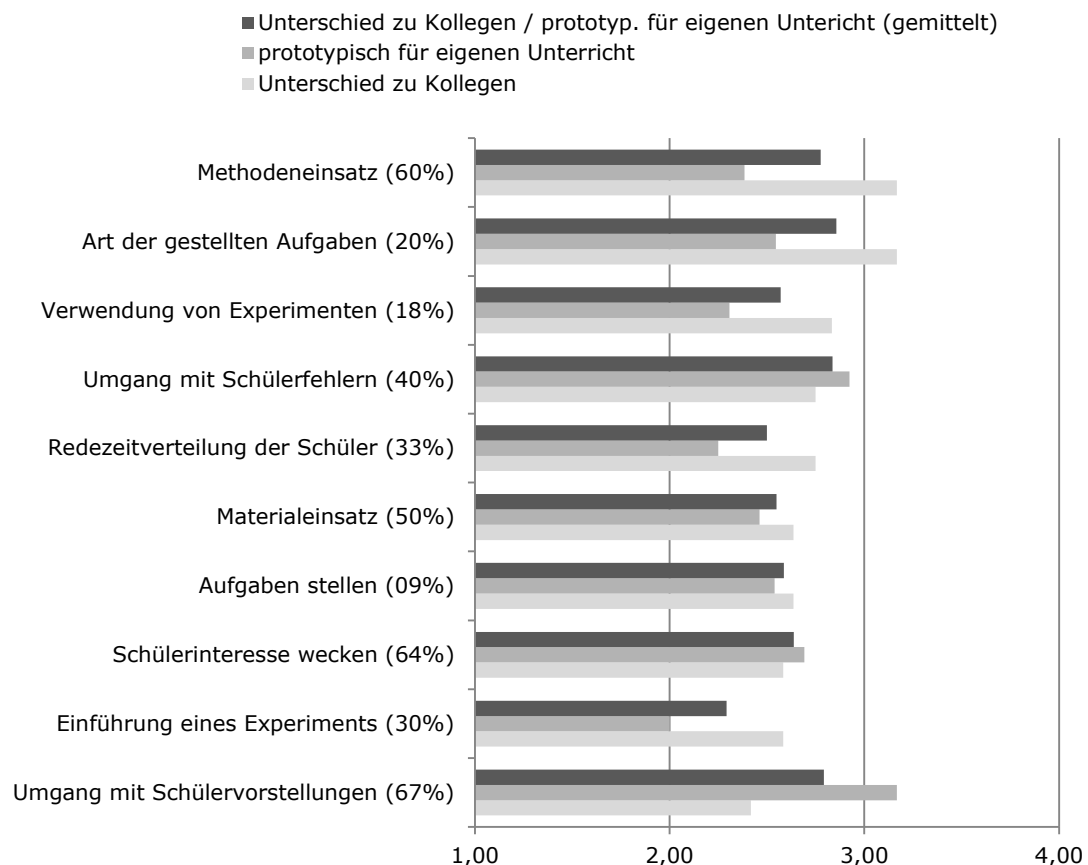


Abbildung 5 Die 10 häufigsten Aussagen zu Unterrichtssituationen in denen Biologielehrkräfte prototypische Routinen zeigen. Dargestellt sind die Mittelwerte 4-stufiger Likert-Skalen (*trifft nicht zu* (Wert = 1) bis *trifft zu* (Wert = 4)). Situationen von denen Biologielehrkräfte denken, dass sie besonders prototypisch für ihren eigenen Unterricht sind und in denen sie sich gleichzeitig besonders von ihren Biologiekollegen unterscheiden sind: Der Umgang mit Schülervorstellungen und Schülerfehlern sowie der Einsatz von Aufgaben. Die Prozentangaben in der Klammer geben an, wie viele Lehrkräfte die prototypischen Routinen für inhaltsspezifisch halten. (N = 13)

Auf Grundlage der Ergebnisse der Vorstudie, der Sichtung von 50 Unterrichtsvideos und Berücksichtigung von Expertenmeinungen wurden für die weiteren Studien folgende Unterrichtssituationen in denen Lehrkräfte prototypisch handeln ausgewählt:

1. Unterrichtssituationen in denen Biologielehrkräfte mit domänenspezifischen Schülervorstellungen umgehen müssen
2. Unterrichtssituationen in denen Lehrkräfte Experimente einsetzen
3. Unterrichtssituationen zum Stundenbeginn (Unterrichtseinstiege), die mehrere in Abbildung 5 genannte Aspekte enthalten

Bei Punkt 1 handelt es sich somit um eine biologiespezifische Unterrichtssituation, bei Punkt 2 um eine typische Situation im naturwissenschaftlichen Unterricht und bei Punkt 3 um fachspezifisch methodische Aspekte.

5.1.2 Unterschiede im prototypischen Handeln

Im zweiten Schritt der Testinstrumententwicklung sollten die Unterschiede im Handeln der Biologielehrkräfte in den ausgewählten Unterrichtssituationen durch Befragung identifiziert werden (s. Kapitel 4.4, S. 87).

In Tabelle 13 sind die Kategorien prototypischer Routinen, in denen sich Biologielehrkräfte in den dargestellten Unterrichtssituationen unterscheiden, dargestellt.

Tabelle 13 Kategorien prototypischer Routinen, in denen sich Biologielehrkräfte in den dargestellten Unterrichtssituationen unterscheiden. (N = 14)

Unterrichtssituation	Kategorie prototypischer Routinen
Unterrichtseinstiege (UE)	Wiederholung/ Anknüpfen an Vorwissen
	Informierend
	Handlungsorientierung
	Alltagsbezug
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung
Experimentieren (Ex)	Kooperation (wenig (-)/viel (+))
	Autonomie (wenig (-)/viel (+))
	Didaktische Induktion (DI)/Didaktische Deduktion (DD)
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung
	Transfer zu anderem biologischen Beispiel
	Wechsel der Repräsentationsform (Medienwechsel)
	Verhalten wird ignoriert
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung

In Anlehnung an die in Kapitel 2.3.5.2 (S. 64) genannten Beispiele für prototypische Routinen von Biologielehrkräften haben die in Tabelle 13 dargestellten Kategorien folgende Bedeutung:

Unterrichtssituation: Unterrichtseinstiege

Wiederholung Die Wiederholung zu Beginn einer Stunde soll dazu veranlassen, das Vorwissen der Schüler, z. B. aus der vorangegangenen Unterrichtsstunde, zu aktivieren. Dieser Einstieg knüpft daher meist eng an die Inhalte der vorangegangenen Unterrichtsstunde an. Typischerweise erfolgt dieser Unterrichtseinstieg im Unterrichtsgespräch. Zur Wiederholung und Reproduktion der Inhalte eignen sich Fragen oder Arbeitsaufträge, schriftliche Überprüfungen, Abbildungen usw. Die mündliche Wiederholung zu Beginn der Stunden ist neben der Hausaufgabenkontrolle der wahrscheinlich häufigste Unterrichtseinstieg (Meyer, 1997, S. 134–135; Hage 1985).

Informierender Unterrichtseinstieg Bei diesem Unterrichtseinstieg informiert die Lehrkraft zu Beginn der Unterrichtsstunde über den geplanten Unterrichtsverlauf und die Unterrichtsinhalte. Oft werden bei diesem Unterrichtseinstieg auch die Lernziele angegeben. Ziel dieses Unterrichtseinstiegs ist es, durch Transparenz und Klarheit den Verlauf der Unterrichtsstunde zu strukturieren (Thömmes, 2005, S. 10; Grell, 2007, S. 159–160; Meyer, 1997, S. 136; Grevig, 2007, S. 18).

Handlungsorientierung Beim handlungsorientierten Unterrichtseinstieg sollen die Schüler bereits zu Beginn der Unterrichtsstunde aktiv am Unterrichtsgeschehen beteiligt werden. Dies erfolgt im Biologieunterricht häufig durch den Einsatz von Experimenten, durch Spielen oder durch die Arbeit mit dem Mikroskop. Typische Sozialform ist die Partner- oder Gruppenarbeit, bei der die Lehrkraft im Hintergrund bleibt und als Berater zur Seite steht. Ziel dieses Unterrichtseinstiegs ist die Motivierung und die Förderung des Interesses der Schüler. Außerdem werden gleichzeitig unterschiedliche Lerntypen angesprochen und gefördert. Die Fragen oder Ergebnisse des handlungsorientierten Einstiegs werden im weiteren Verlauf der meist problemlösenden Unterrichtsstunde aufgegriffen (Spörhase-Eichmann et al. 2008, S. 132–137).

Alltagsbezug Die gezielte Verwendung von alltagsbezogenen oder lebensweltlichen Kontexten soll es den Schülern ermöglichen, an ihr Vorwissen anzuknüpfen oder ihr Vorwissen mit neuen Inhalten zu vernetzen. Besonders im Biologieunterricht fällt die Verwendung von Alltagsbezügen auf Grund der enormen Fülle von alltäglichen biologischen Phänomenen sehr leicht. Die Öffnung des Unterrichts durch Einblicke in die direkte Umgebung oder die unmittelbare Erfahrungswelt der Schüler ist, wie

beispielsweise durch den handlungsorientierten Unterrichtseinstieg, eine weitere Möglichkeit der Motivierung und der Förderung des Interesses für den Biologieunterricht. Allerdings lassen sich nicht alle lebensweltlichen Vorstellungen der Schüler problemlos in den Unterricht integrieren, da sie oft nicht mit der wissenschaftlichen Auffassung zur Deckung zu bringen sind. Die genaue Kenntnis der lebensweltlichen Schülervorstellungen kann es der Lehrkraft ermöglichen, den Unterricht individueller auf die Bedürfnisse und das Vorwissen der jeweiligen Lerngruppe abzustimmen (Spörhase-Eichmann et al. 2008, S. 88).

Verhalten wird ignoriert Die Lehrkraft zeigt (absichtlich) keine Reaktion auf die geäußerte Schülervorstellung.

Problemorientierung Bei einem problemorientierten Unterrichtseinstieg sollte eine mehrperspektivische Problemstellung im Mittelpunkt stehen, die das Interesse der Schüler weckt und den Alltag z. B. im Rahmen eines lebensweltlichen Kontextes einbezieht. Im Idealfall gibt die Lehrkraft die Problemstellung nicht vor, sondern erarbeitet diese in der Problemfindungsphase mit den Schülern gemeinsam. Da dies jedoch nur selten im Unterricht gelingt, müssen die Schüler zur Formulierung einer Problemstellung angeregt werden. Dazu eignen sich kognitive Konflikte in besonderem Maße, da sie die Schüler kognitiv aktivieren und emotional positive Einstellungen erzeugen (Berck & Graf, 2005, S. 181–182; Killermann et al., 2008, S. 73). Unterstützungsmöglichkeiten seitens der Lehrkraft zur Problemlösung bestehen beispielsweise in der direkten Anleitung des Problemlöseprozesses durch die Lehrkraft oder in der Verwendung von Beispielaufgaben (vgl. Renkl et al., 2004; Mackensen-Friedrichs, 2004).

Unterrichtssituation: Experimente

Kooperation Welche Sozialform wählt die Lehrkraft zur Durchführung des Experiments? Sie hat die Wahl, je nach Art und Umfang des Experiments ein Demonstrationsexperiment, ein Experiment in Einzelarbeit oder ein Experiment in Partner- bzw. Gruppenarbeit durchzuführen (s. o.). Bei der Gruppen- oder Partnerarbeit müssen die Schüler ihre gemeinsame Aufgabenstellung beachten. Durch die Gruppenarbeit können kooperative Prozesse initiiert werden.

Autonomie Welchen Anteil an der Planung, Durchführung und Auswertung eines Experiments überlässt die Lehrkraft den Schülern? Die Schüler haben eine hohe Eigenverantwortlichkeit für ihren Lernprozess, wenn sie in allen Phasen des Experimentierens selbstständig arbeiten können, sollen und dürfen. Lehrkräfte übernehmen allerdings oft einige Phasen des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs (s. o.). Häufig sind dies die Phasen, während der Fragestellungen und Hypothesen entwickelt werden. Auch bei der Planung des Experiments ist die Lehrkraft oft stark lenkend tätig. Außerdem werden häufig Experimentieranleitungen ähnlich wie bei einem Kochrezept vorgegeben.

Didaktische Induktion/ Didaktische Deduktion Wählt die Lehrkraft eine induktive oder eine deduktive Vorgehensweise für ein anstehendes Experiment? Steht im Unterricht die Formulierung von Hypothesen und deren Überprüfung im Vordergrund, hat die Lehrkraft die Möglichkeit, eine induzierende Vorgehensweise des Experimentierens zu wählen. Steht eher die Sicherung oder der Transfer zu einem anderen biologischen Beispiel im Vordergrund, hat sie die Möglichkeit, die deduktive Vorgehensweise zu wählen (s. o.).

Unterrichtssituation: Schülervorstellungen

Wiederholung Erkennt die Lehrkraft, dass bei ein oder mehreren Schülern auch nach der Auseinandersetzung mit einem neuen biologischen Konzept im Unterricht noch die vorunterrichtlichen Vorstellungen vorherrschen, wiederholt sie selbst nochmals das neue Konzept mit anderen Worten. Möglicherweise unterstützt sie diese Wiederholung mit zahlreichen Beispielen und Gegenbeispielen für einen Begriff. Es ist ebenfalls denkbar und wünschenswert, dass die Schüler sich bei der Wiederholung gegenseitig unterstützen und die Lehrkraft sich aus dieser Situation zurücknimmt.

Transfer zu anderem biologischen Beispiel Erkennt die Lehrkraft, dass bei ein oder mehreren Schülern auch nach der Auseinandersetzung mit einem neuen biologischen Konzept im Unterricht noch die vorunterrichtlichen Vorstellungen vorherrschen, verwendet sie Analogien zu anderen strukturell ähnlichen biologischen Beispielen.

Wechsel der Repräsentationsform Erkennt die Lehrkraft, dass bei ein oder mehreren Schülern auch nach der Auseinandersetzung mit einem neuen biologischen Konzept im Unterricht noch die vorunterrichtlichen Vorstellungen vorherrschen, wechselt sie die ursprüngliche Repräsentationsform, z. B. durch einen Medienwechsel. Die Medien stellen für den Biologieunterricht eine wichtige Bezugsgröße für das Lernen dar. Denn durch den Einsatz verschiedener Medien können die unterschiedlichen Lerntypen angesprochen, und im Idealfall ein Konzeptwechsel begünstigt werden. Im Biologieunterricht eignen sich beispielsweise der Einsatz von Lernfilmen oder die Verwendung multimedial gestützter Lernumgebungen.

Problemorientierung Erkennt die Lehrkraft, dass bei ein oder mehreren Schülern auch nach der Auseinandersetzung mit einem neuen biologischen Konzept im Unterricht noch die vorunterrichtlichen Vorstellungen vorherrschen, stellt sie die Schüler vor ein Problem, welches mit der vorunterrichtlichen Vorstellung nicht widerspruchsfrei gelöst werden kann, d. h. sie formuliert einen kognitiven Konflikt (s. o.).

5.2 Unterscheidung inhaltsspezifischer und inhaltsunspezifischer prototypischer Routinen

Im dritten Schritt der Testentwicklung wurden die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen prototypischen Routinen von Biologielehrkräften im Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen operationalisiert und zur Identifizierung und Unterscheidung inhaltsspezifischer und inhaltsunspezifischer prototypischer Routinen genutzt. Auf diese Weise sollten aus der in Schritt 2 gewonnen Bandbreite von prototypischen Handlungen in den beschriebenen Situationen, diejenigen identifiziert werden, die auf mentale Skripts und damit auf die Subjektiven Theorien der Lehrkräfte zurückgehen (s. Kapitel 4.5, S. 87).

Tabelle 14 gibt einen Überblick über die Reliabilitäten (Cronbachs α) der Skalen des Testinstruments dieser Vorstudie. Angegeben sind zum Einen die Reliabilitäten getrennt nach den beiden Inhaltsbereichen, die die Grundlage der im Fragebogen gegebenen Fallbeispiele lieferten (Blut und Blutkreislauf bzw. Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe). Zum Anderen ist die Gesamtreliabilität für die Betrachtung aller zu einer Skala gehörigen Items unabhängig vom Inhaltsbereich ausgewiesen.

Insgesamt sind die Reliabilitäten sowohl für die Gesamtskalen als auch für die Aufteilung der Skalen nach Inhaltsbereichen sehr zufriedenstellend ($\alpha \geq 0,6$). Ausnahmen bilden die Skala *Handlungsorientierung* beim Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf und die Skala *Alltagsbezug* bei beiden Inhaltsbereichen, deren Reliabilitäten mit $\alpha = 0,5$ aber noch akzeptabel sind (Lienert & Raatz, 1998, S. 14). Von der weiteren Verwendung auszuschließen sind auf Grund der schlechten Reliabilität die Skalen *Wiederholung/Anknüpfen an Vorwissen* beim Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf und *viel Kooperation* beim Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf.

Tabelle 14 Skalenreliabilitäten des Vortests zum Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf sowie zum Inhaltsbereich Nahrungsbeziehungen (N = 125)

Unterrichtssituation	Prototypische Routine	Interne Konsistenz Cronbachs α (Skalen aus beiden Inhaltsbereichen; 6 Items)	Interne Konsistenz Cronbachs α (Skalen zum Inhaltsbereich Blutkreislauf; 3 Items)	Interne Konsistenz Cronbachs α (Skalen zum Inhaltsbereich: Nahrungsbeziehungen; 3 Items)
Unterrichtseinstiege (UE)	Wiederholung/ Anknüpfen an Vorwissen	0,7	<u>0,2</u>	0,6
	Informierend	0,9	0,6	0,8
	Handlungsorientierung	0,8	0,5	0,7
	Alltagsbezug	0,7	0,5	0,5
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,7	0,6	0,6
Experimentieren (Ex)	Kooperation (wenig (-)/viel (+))	(-) 0,8 (+) 0,6	(-) 0,6 (+) <u>0,4</u>	(-) 0,7 (+) 0,7
	Autonomie (wenig (-)/viel (+))	(-) 0,8 (+) 0,8	(-) 0,7 (+) 0,8	(-) 0,7 (+) 0,6
	Didaktische Induktion (DI)/Didaktische Deduktion (DD)	DI 0,8 DD 0,8	DI 0,7 DD 0,6	DI 0,8 DD 0,6
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung	0,7	0,6	0,8
	Transfer zu anderem biologischen Beispiel	0,7	0,7	0,7
	Wechsel der Repräsentationsform (Medienwechsel)	0,8	0,8	0,8
	Verhalten wird ignoriert	0,9	0,9	0,9
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,8	0,8	0,6

Nach Feststellung der prinzipiellen Verwendbarkeit der Skalen für weitere Untersuchungen – mit den beschriebenen Ausnahmen – wurden zur Interpretation ob eine Skala inhaltspezifisch oder inhaltsunspezifisch ist Korrelationen nach Pearson durchgeführt. Korreliert wurden die Mittelwerte der Skalen der beiden einzeln betrachteten Inhaltsbereiche. Hohe Korrelationen der Mittelwerte ($r > 0,5$) werden als *inhaltsunspezifische prototypische Routine*, geringe Korrelationen ($r < 0,5$) werden als *inhaltspezifische prototypische Routine* interpretiert (s. Kapitel 4.5, S. 91).

Tabelle 15 Ergebnisse der Pearson-Korrelation der Mittelwerte Skalen zum Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf mit den Skalen zu Inhaltsbereich Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe; Festlegung, ob es sich um ein inhaltspezifisches oder ein inhaltsunspezifisches Merkmal handelt (Inhaltsspezifisch (I) wenn Korrelation $< 0,5$; inhaltsunspezifisch wenn Korrelation $> 0,5$ (IU); N = 125)

Unterrichtssituation	Prototypische Routine	Korrelationen nach Pearson ⁸	Inhaltsspezifisch (I) wenn kleiner als $< 0,5$; Inhaltsunspezifisch (IU) Merkmal wenn $> 0,5$	Skala wurde weiterverwendet
Unterrichtseinstiege (UE)	Wiederholung/ Anknüpfen an Vorwissen	0,7	IU	– (s. Reliabilität)
	Informierend	0,8	IU	✓
	Handlungsorientierung	0,7	IU	✓
	Alltagsbezug	0,4	I	–
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,5	IU	✓
Experimentieren (Ex)	Kooperation (wenig (-)/viel (+))	(-) 0,5 (+) 0,3	IU I	–
	Autonomie (wenig (-)/viel (+))	(-) 0,6 (+) 0,6	IU IU	✓
	Didaktische Induktion (DI)/Didaktische Deduktion (DD)	DI 0,7 DD 0,5	IU IU	✓
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung	0,5	IU	✓
	Transfer zu anderem biologischen Beispiel	0,4	I	–
	Wechsel der Repräsentationsform (Medienwechsel)	0,30	I	–
	Verhalten wird ignoriert	0,9	IU	–
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,5	IU	✓

Tabelle 15 gibt einen Überblick über die inhaltspezifischen (I) und inhaltsunspezifischen (IU) prototypischen Routinen von Biologielehrkräften. Alle inhaltspezifischen Skalen werden für eine weitere Verwendung insbesondere die Beschreibung von Mustern prototypischer Routinen ausgeschlossen (*Alltagsbezug*, *Kooperation*, *Transfer zu anderem biologischen Beispiel*, *Wechsel der Repräsentationsform (Medienwechsel)*). Die Skala *Wiederholung/ Anknüpfen an Vorwissen* (UE) wird auf Grund der geringen Reliabilität von der Beschreibung von Mustern prototypischer Routinen ausgenommen.

⁸ Alle Korrelationen sind auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

Die Skala *Verhalten wird ignoriert* wurde ebenfalls von der weiteren Verwendung ausgeschlossen, da der Verdacht sehr naheliegt, dass die Effekte überdeutlich auf eine soziale Erwünschtheit des Antwortverhaltens zurückzuführen sind. Nur eine Lehrkraft aus einer Stichprobe von 125 Biologielehrkräften gab einmalig an, sie würde in der geschilderten Situation die Schülervorstellung ignorieren.

Zur Beschreibung von Mustern inhaltsspezifischer prototypischer Routinen von Biologielehrkräften in den drei betrachteten Unterrichtssituationen blieben somit insgesamt sieben Skalen übrig (Tabelle 16), die für die Online-Studie genutzt wurden.

Tabelle 16 Zur Beschreibung von Mustern inhaltsspezifischer prototypischer Routinen von Biologielehrkräften geeignete Skalen

Unterrichtssituation	Prototypische Routine
Unterrichtseinstiege (UE)	Informierend
	Handlungsorientierung
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung
Experimentieren (Ex)	Autonomie
	Didaktische Induktion
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung

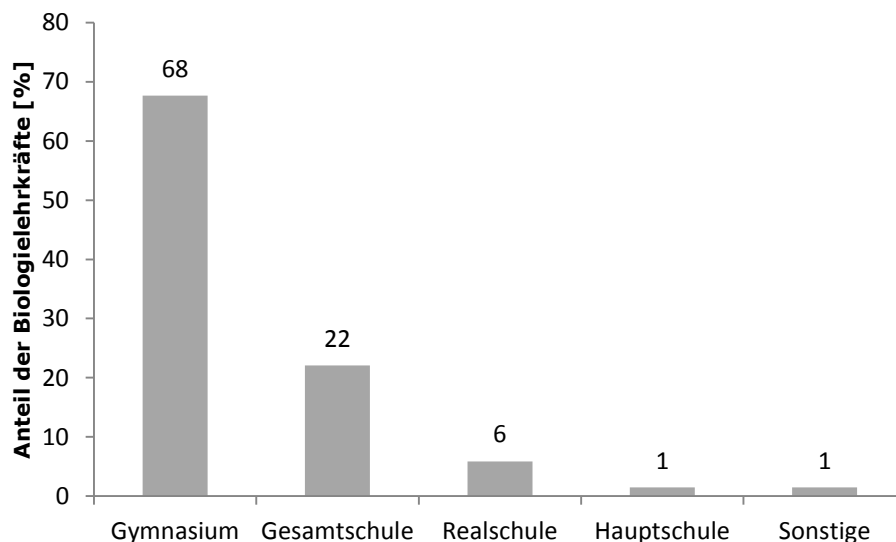
5.3 Identifikation von Mustern prototypischer Routinen

Ziel dieses Studienteils ist die Identifikation und Beschreibung empirisch valider Muster der Routinen von Biologielehrkräften. Die zu diesem Zweck ausgewählte Methodik und das zugrunde liegende Testinstrument wird ausführlich in Kapitel 4.6 (S. 95) beschrieben.

5.3.1 Deskriptive Beschreibung der Stichprobe

68 Biologielehrkräfte, vornehmlich aus Nordrhein-Westfalen ($N = 60$), nahmen an der Online-Studie teil. Etwa 67% der Biologielehrkräfte dieses Studienteils waren Frauen. Die durchschnittliche Berufserfahrung betrug 15,5 Jahre, wobei die größte Gruppe (21%) zwischen 26-30 Jahren unterrichtet. Die erfahrenste Lehrkraft unterrichtet bereits 35 Jahre. Die Lehrkräfte verteilen sich auf alle Sekundarschulformen, der überwiegende Teil unterrichtet jedoch an Gymnasien (66%, Tabelle 17).

Tabelle 17 Anteil der teilnehmenden Biologielehrkräfte der Online-Studie nach Schulformen in Prozent



Der überwiegende Teil (37%) der Lehrkräfte hat Chemie, etwa 10% Mathematik als Zweitfach studiert. Die Zweitfächer der übrigen Lehrkräfte verteilen sich auf 17 weitere Fachgebiete. Etwa 29% der Biologielehrkräfte nahmen am Projekt *Biologie im Kontext* teil.

5.3.2 Reliabilität des Testinstruments der Online-Studie

Tabelle 18 gibt einen Überblick über die Reliabilitäten (Cronbachs α) der Skalen des Testinstruments der Online-Studie. Vor der im Folgenden durchgeführten Clusterung der Skalen wurden die wenig messgenauen Skalen mit Cronbachs $\alpha < 0,5$ aus dem Testinstrument entfernt. Dies gilt für die Skalen *Wiederholung/ Anknüpfen an Vorwissen* ($\alpha = 0,4$), *Alltagsbezug* ($\alpha = 0,2$) und *Transfer zu einem anderen biologischen Beispiel* ($\alpha = 0,3$). Im Hinblick auf die Größe der Stichprobe ($N = 68$) wurden alle übrigen Skalen als genügend messgenau angesehen, um sie in die weiteren Berechnungen mit einzubeziehen. Die Skalen *Alltagsbezug* und *Transfer zu einem anderen biologischen Beispiel* beschreiben zudem inhaltsspezifische prototypische Routinen (Tabelle 18), die auch bei guter Reliabilität nicht zur Clusterung geeignet gewesen wären, da die im weiteren Verlauf zu beschreibenden Muster prototypischer Routinen unabhängig vom Inhalt und damit für den Biologieunterricht eher generalisierbar sein sollten.

Tabelle 18 Skalenreliabilitäten (Cronbachs α) der Online-Studie zum Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf ($N = 68$)

Unterrichtssituation	Prototypische Routine	Interne Konsistenz Cronbachs α (Skalen zum Inhaltsbereich Blutkreislauf; je 3 Items)	Skala wurde weiterverwendet
Unterrichtseinstiege (UE)	Wiederholung/ Anknüpfen an Vorwissen	0,4	—
	Informierend	0,6	✓
	Handlungsorientierung	0,5	✓
	Alltagsbezug	0,2	—
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,5	✓
Experimentieren (Ex)	Autonomie	0,6	✓
	Didaktische Induktion	0,5	✓
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung	0,6	✓
	Transfer zu anderem biologischen Beispiel	0,3	—
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,5	✓

5.3.3 Bestimmung der optimalen Clusteranzahl

In Abbildung 6 sind die nach dem hierarchisch-agglomerativen Ward-Verfahren berechneten Fusionskoeffizienten in Abhängigkeit von der Clusteranzahl dargestellt. Auffällig sind drei sprunghafte Anstiege der Fusionskoeffizienten. Der größte Sprung (ca. 4 Einheiten) findet sich beim Übergang der 2-Cluster-Lösung zur 1-Cluster-Lösung, der zweitgrößte Sprung beim Übergang der 3-Cluster-Lösung zur 2-Cluster-Lösung (etwa 3,6 Einheiten) und der drittgrößte Sprung beim Übergang der 4-Cluster-Lösung zur 3-Cluster-Lösung (etwa 1,1 Einheiten).

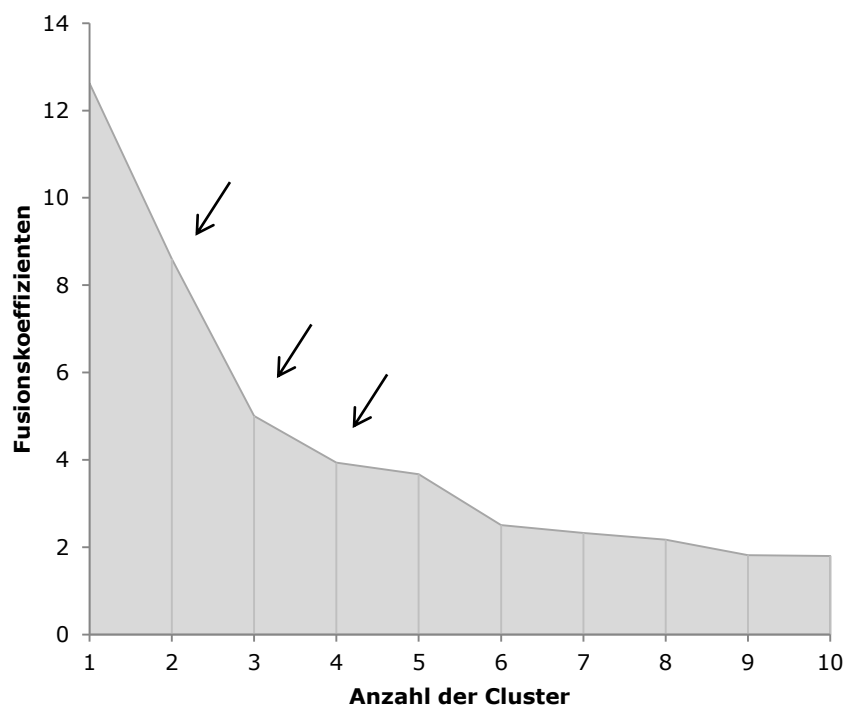


Abbildung 6 Auftragung der Fusionskoeffizienten gegen die Clusteranzahl zur Bestimmung der optimalen Clusteranzahl. Der Graph wird von rechts nach links gelesen. Die Pfeile deuten auf die für den vorliegenden Datensatz sinnvolle Clusteranzahl. An den durch die Pfeile gekennzeichneten Stellen ist die Steigung des Graphen am größten. An diesen Stellen steigen die Fusionskoeffizienten sprunghaft an, dies ist ein Zeichen für sehr unähnliche Cluster⁹.

Nach Backhaus et al. (2006, S. 536) ist durch das verwendete hierarchisch-agglomerativen Ward-Verfahren immer ein Fusionskoeffizientensprung beim Übergang der 2-Cluster-Lösung zur 1-Cluster-Lösung erkennbar. Dies sei kein Hinweis darauf,

⁹ Ein weiterer sprunghafter Anstieg des Fusionskoeffizienten, ist beim Übergang der 7-Cluster-Lösung zur 6-Cluster-Lösung zu verzeichnen. Eine 7-Cluster-Lösung ist für die vorliegende Studie allerdings ohne Belang, da sie bei 7 für die Clusterberechnung verwendeten Variablen die „Trivalllösung“, vergleichbar der 1-Cluster-Lösung, darstellt.

dass es sich um die optimale Lösung handle, allerdings sei es trotzdem nicht ausgeschlossen, dass es sich um die optimale Lösung handle (Backhaus et al., 2006, S. 563). Daher wurden im vorliegenden Fall die 2-Cluster-, 3-Cluster- und 4-Cluster-Lösungen ausgewählt und in den folgenden Kapiteln näher betrachtet. In Kapitel 5.4 (S. 143) wird der Nachweis geführt, dass die 2-Cluster-Lösung die optimale Clusterberechnung darstellt.

5.3.4 Vergleich der 2-, 3- und 4-Cluster-Lösung

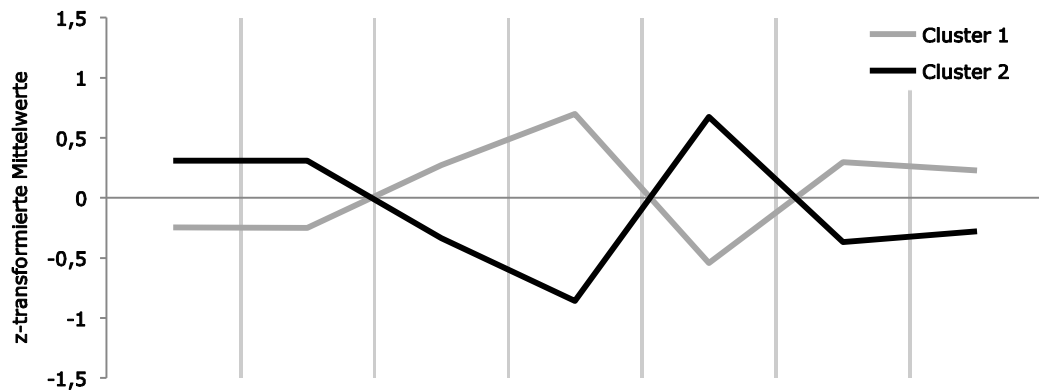
Durch das hierarchisch-agglomerativen Ward-Verfahren wurden für die vorliegende Stichprobe die 2-Cluster-, 3-Cluster- und 4-Cluster-Lösungen als Kandidaten für eine optimale Cluster-Lösung ausgewiesen.

Bevor das k-means-Verfahren zur Bestimmung der endgültigen Clusterzentren und somit zur Bestimmung der endgültigen Profilverläufe angewendet wurde, musste die Stichprobe auf Ausreißer untersucht werden.

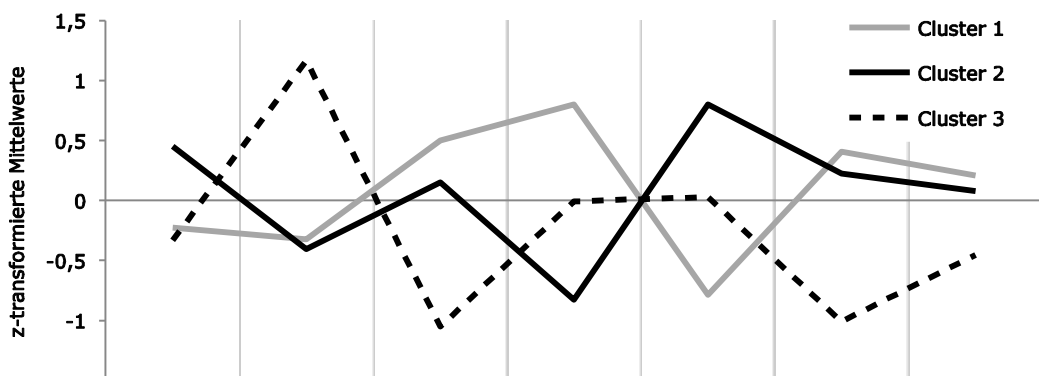
Unter Verwendung des Single-Linkage-Verfahrens wurde daraufhin ein Ausreißer, d. h. eine Personen, deren Antwortprofil nicht zu den ermittelten Clustern passt, aus dem Datensatz entfernt.

Anschließend wurden unter Verwendung des k-means-Verfahrens Profilverläufe mit 2, 3 und 4 Clustern erstellt (Abbildung 7).

(a) k-means Clusteranalyse - 2 Cluster-Lösung



(b) k-means Clusteranalyse - 3 Cluster-Lösung



(c) k-means Clusteranalyse - 4 Cluster-Lösung

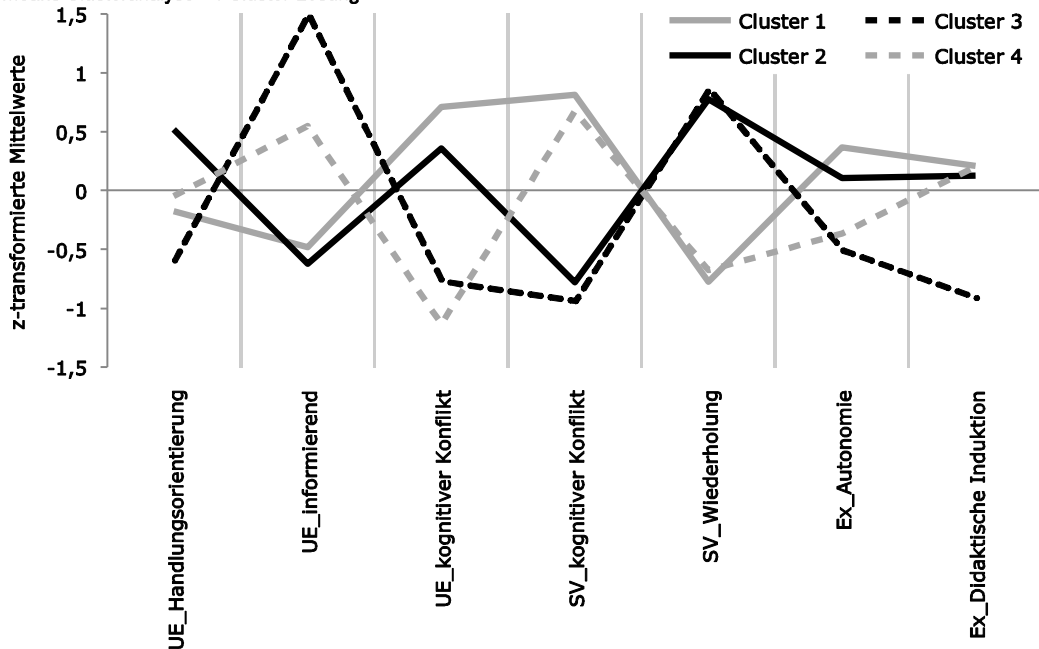


Abbildung 7 Vergleich der Clusterprofile der k-means-Clusteranalyse mit (a) zwei Cluster-Lösungen, (b) drei Cluster-Lösungen (c) vier Cluster-Lösungen (N = 67). Dargestellt sind die z-transformierten Mittelwerte der jeweiligen Cluster. (UE: Unterrichtseinstiege, SV: Umgang mit Schülervorstellungen, Ex: Experimente)

Die auf den ersten Blick sehr unterschiedlich erscheinenden Profilverläufe können rechnerisch und inhaltlich in einen Zusammenhang gebracht werden. Wie in Tabelle 19 dargestellt, werden beim Übergang von einer 2-Cluster-Lösung zu einer 3-Cluster-Lösung die Probanden eines Clusters der 2-Cluster-Lösung (Cluster 2, waagrecht) auf zwei Cluster der 3-Cluster-Lösung aufgeteilt, während Cluster 1 der 2-Cluster-Lösung weitgehend identisch bleibt. Inhaltlich betrachtet, scheint sich die Zuordnung der Probanden besonders im Bereich des *Umgangs mit Unterrichtseinstiegen* zu unterscheiden. Während Probanden, die bei der 2-Cluster-Lösung dem Cluster 2 zugeordnet werden, bei den Unterrichtseinstiegen sowohl die Handlungsorientierung als auch den informierenden Unterrichtseinstieg bevorzugen, spaltet sich diese Zuordnung beim Übergang zur 3-Cluster-Lösung in Probanden auf, die entweder die Handlungsorientierung (Cluster 2, Abbildung 7b) oder den informierenden Unterrichtseinstieg bevorzugen (Cluster 3, Abbildung 7b). In den übrigen Kategorien in Abbildung 7b unterscheiden sich die Probanden der Cluster 2 und 3 nur im Grad ihrer Zustimmung oder Ablehnung des zugrunde liegenden Konstrukts. Der Verlauf des Clusters 1 der 3-Cluster-Lösung ist nahezu identisch zum Verlauf des Clusters 1 der 2-Cluster-Lösung.

Tabelle 19 Kreuztabelle zum Vergleich der Probandenzuordnungen der 2-Cluster- und der 3-Cluster-Lösung nach dem k-means-Verfahren. Beim Übergang von einer 2-Cluster-Lösung zu einer 3-Cluster-Lösung werden die Probanden des Clusters 2 (waagrecht) auf zwei Cluster aufgeteilt, während Cluster 1 weitgehend identisch bleibt.

		3-Cluster-Lösung		
		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
2-Cluster-Lösung	Cluster 1	5	26	6
	Cluster 2	19	0	11

Ähnliches gilt für den Übergang von einer 3-Cluster-Lösung zu einer 4-Cluster-Lösung (Tabelle 20). Rechnerisch gesehen werden die Probanden eines Clusters der 3-Cluster-Lösung (Cluster 3, waagrecht) auf zwei Cluster aufgeteilt, während Cluster 1 und Cluster 2 weitestgehend identisch bleiben. Inhaltlich betrachtet, scheint es sich um eine Aufspaltung der Probanden des Clusters 1 der 3-Cluster-Lösung in die Cluster 1 und Cluster 4 der 4-Cluster-Lösung zu handeln (Abbildung 7c). Während die Probanden des Clusters 1 der 3-Cluster-Lösung informierende Unterrichtseinstiege eher ablehnen und problemorientierte Unterrichtseinstiege z. B. durch kognitive Konflikte bevorzugen, dreht sich dies beim Übergang von der 3-Cluster-Lösung zur 4-Cluster-Lösung bei den Probanden, die dem Cluster 4 der 4-Cluster-Lösung zugeordnet werden, um. Diese

Probanden bevorzugen informierende Unterrichtseinstiege und lehnen problemorientierte Unterrichtseinstiege z. B. durch kognitive Konflikte eher ab. In den übrigen Kategorien in Abbildung 7c (S. 140) unterscheiden sich die Probanden der Cluster 1 und Cluster 4 nur im Grad ihrer Zustimmung oder Ablehnung des zugrunde liegenden Konstrukts. Der Verlauf in diesen Kategorien ist nahezu identisch zum Profilverlauf des Cluster 1 der 3-Cluster-Lösung. Die Profilverläufe von Cluster 2 und 3 der 3-Cluster-Lösung sind den Verläufen der Cluster 2 und Cluster 3 der 4-Cluster-Lösung sehr ähnlich.

Tabelle 20 **Kreuztabelle zum Vergleich der Probandenzuordnungen der 3-Cluster- und der 4-Cluster-Lösung nach dem k-means-Verfahren.** Beim Übergang von einer 3-Cluster-Lösung zu einer 4-Cluster-Lösung werden die Probanden des Clusters 3 (waagrecht) auf zwei Cluster aufgeteilt, während Cluster 1 und Cluster 2 weitestgehend identisch bleiben.

		4-Cluster-Lösung			
		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
3-Cluster-Lösung	Cluster 1	0	1	21	3
	Cluster 2	23	3	0	0
	Cluster 3	0	8	0	8

Im weiteren Verlauf gilt es zu klären, welche Cluster-Lösung die empirisch stabilste darstellt. Zu diesem Zweck werden sie im folgenden Kapitel einigen Modellprüfgrößen unterzogen.

5.4 Modellprüfgrößen

Um die Güte und die Eindeutigkeit der Cluster-Lösung zu bestimmen, werden im Folgenden verschiedene Tests durchgeführt, die die Auswahl einer der Cluster-Lösungen rechtfertigen. Es wird gezeigt, dass die inhaltlich in Frage kommenden 3-Cluster-Lösungen und 4-Cluster-Lösungen gegenüber der 2-Cluster-Lösung rechnerisch weniger stabil bzw. reproduzierbar sind. Die zugrunde liegenden Verfahren wurden in Kapitel 4.6.6 (S. 109) erläutert.

5.4.1 Stabilität der Lösung

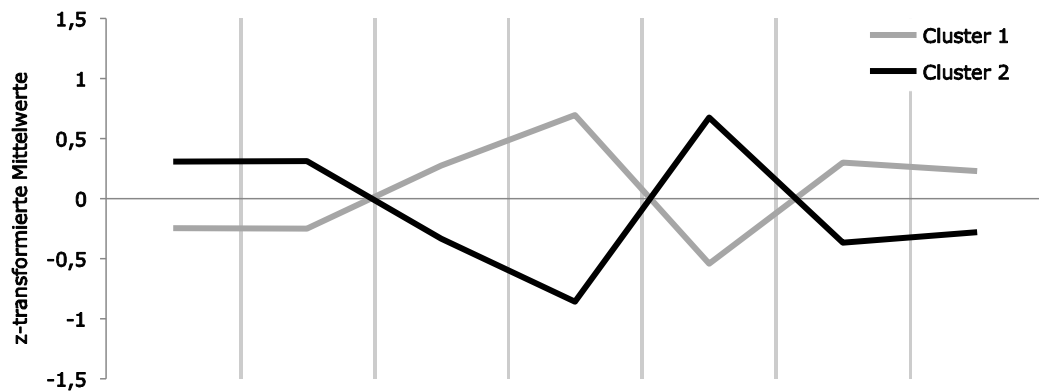
Im Folgenden werden zur Validierung der Clusterberechnungen die Stabilität der Lösungen durch Verwendung unterschiedlicher Clusterverfahren, nach Halbierung der Stichprobe und nach Monte-Carlo-Studien dargestellt.

5.4.1.1 *Verwendung unterschiedlicher Clusterverfahren*

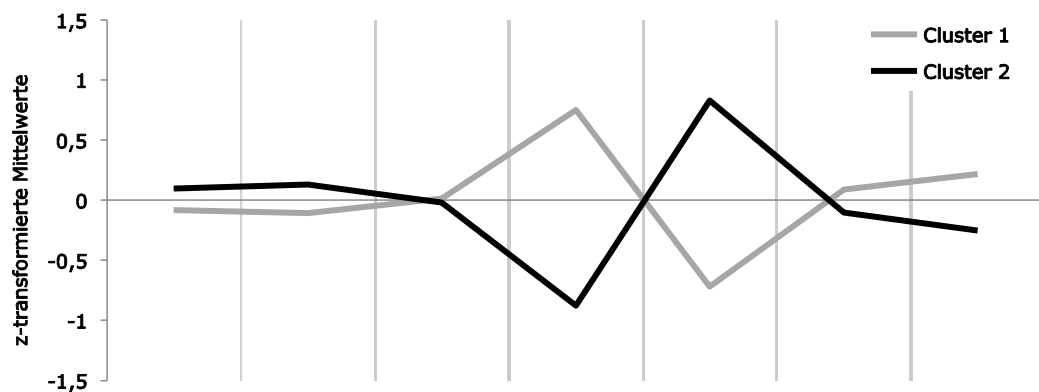
Der Vergleich der Ergebnisse verschiedener Clustermethoden dient der Absicherung der Stabilität der gewonnenen Ergebnisse. Eine Cluster-Lösung ist stabil, wenn mehrere Clustermethoden ähnliche Cluster-Lösungen ergeben (Eckes & Rossbach, 1980, S. 105; Bacher, 2002, S. 161–162). Im vorliegenden Fall werden die Ergebnisse der Clusteranalyse nach dem k-means-Verfahren, der Two-Step-Clusteranalyse und der hierarchischen Clusteranalyse (Ward-Verfahren) gegenübergestellt.

In Abbildung 8 sind die Mittelwertprofilverläufe der drei verwendeten Clusterverfahren dargestellt. Der augenscheinliche Vergleich bestätigt die Ähnlichkeit und damit die Stabilität der berechneten Cluster-Lösung.

(a) k-means Clusteranalyse



(b) two-Step Clusteranalyse



(c) hierarchische Clusteranalyse (Ward Verfahren)

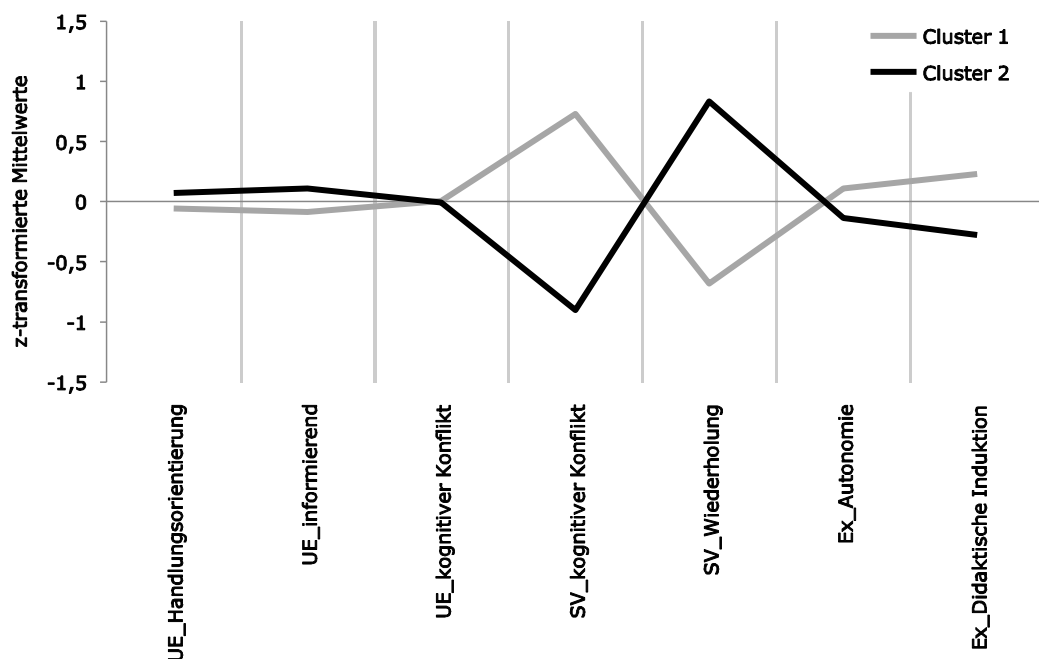


Abbildung 8 Vergleich der Clusterprofile der (a) k-means Clusteranalyse, der (b) Two-Step Clusteranalyse und der (c) hierarchischen Clusteranalyse (Ward-Verfahren) für die 2-Cluster-Lösung. Dargestellt sind die z-transformierten Mittelwerte der jeweiligen Cluster. (UE: Unterrichtseinstiege, SV: Umgang mit Schülervorstellungen, Ex: Experimente)

Zusätzlich zur augenscheinlichen Übereinstimmung wurde der Zusammenhang der Zuordnungen durch verschiedene Clusteranalyseverfahren mit Hilfe einer Kontingenzanalyse überprüft. Die Ergebnisse der Kontingenzanalyse sind grafisch in Abbildung 9 und Abbildung 10 dargestellt.

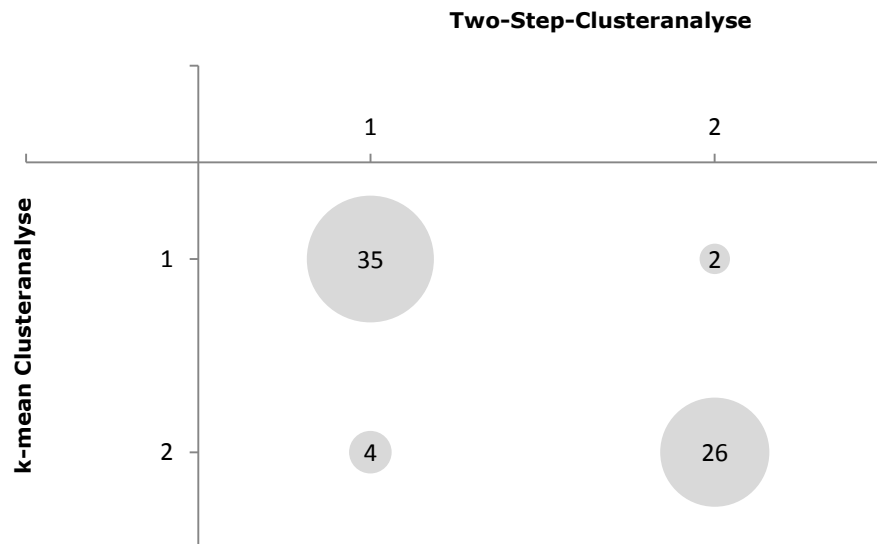


Abbildung 9 Blasendiagramm der Kreuzvalidierung der Typenzuordnung durch die k-means-Clusteranalyse im Vergleich zur Two-Step-Clusteranalyse. Die Blasengröße stellt die Anzahl der Probandenzuordnungen dar. Kontingenzkoeffizient $C = 0,59$ mit $C_{\text{Max}} = 0,71$; $p < 0,001$; $N = 67$

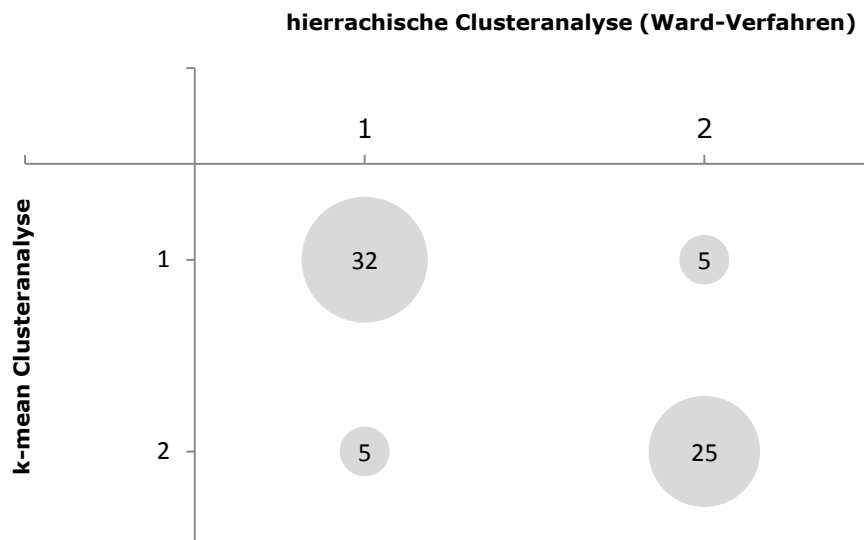


Abbildung 10 Blasendiagramm der Kreuzvalidierung der Typenzuordnung durch die k-means-Clusteranalyse im Vergleich zur hierarchischen Clusteranalyse (Ward-Verfahren). Die Blasengröße stellt die Anzahl der Probandenzuordnungen dar. Kontingenzkoeffizient $C = 0,57$ mit $C_{\text{Max}} = 0,71$; $p < 0,001$; $N = 67$

Im Vergleich der Cluster-Lösungen, die durch das k-means- und das Two-Step-Clusterverfahren ausgegeben werden ergibt sich ein Kontingentskoeffizient C von 0,59 (mit $C_{\text{Max}} = 0,71$; $p < 0,001$; $N = 67$). Vergleicht man die Cluster-Lösungen der k-means-Clusteranalyse mit denen der hierarchischen Clusteranalyse nach dem Ward-Verfahren ergibt sich ein Kontingentskoeffizient C von 0,57 (mit $C_{\text{Max}} = 0,71$; $p < 0,001$; $N = 67$). Beide Kontingentskoeffizienten C weisen somit auf einen hohen Zusammenhang der Cluster-Lösungen, die mit den beschriebenen verschiedenen Clusterverfahren durchgeführt wurden, hin.

5.4.1.2 *Halbierung der Stichprobe*

Zur Überprüfung der Stabilität der Cluster-Lösungen durch *Halbierung der Stichprobe* (*Split Half*) wurde die aus 67 Probanden bestehende Stichprobe per Zufallsverfahren in zwei Hälften unterteilt und für jede Teilstichprobe eine unabhängige Clusteranalyse nach dem k-means-Verfahren (s. Kapitel 4.6.3.2, S. 104) durchgeführt. Die Zuordnungen in der Gesamtstichprobe wurden schließlich mit den Zuordnungen der geteilten Stichprobe kreuzvalidiert.

Die Zuordnung der einzelnen Probanden zu den Originalzuweisungen konnten im Fall der 2-Cluster-Lösung in 78% der Fälle identisch erfolgen (Tabelle 21), im Fall der 3-Cluster-Lösung in nur 75% der Fälle (Tabelle 22). Für die 4-Cluster-Lösung konnte keine Stabilitätsprüfung durch das Split-Half-Verfahren durchgeführt werden, da die Größe der beiden Teilstichproben aus dem Gesamtdatensatz nicht zur Berechnung von vier Clustern ausreichte.

Sowohl für die 2-Cluster-Lösung als auch für die 3-Cluster-Lösung ergaben sich nach fünfmaliger Durchführung für jeweils alle 10 Substichproben zur Gesamtstichprobe analoge Mittelwertprofilverläufe. Dies wurde durch in Augenscheinnahme von zwei geschulten Mitarbeitern überprüft ($\kappa = 1$).

Tabelle 21 Kreuzvalidierung der Typenzuordnung der Original-Cluster-Lösung mit derjenigen nach Testhalbierung für die 2-Cluster-Lösung. In den Feldern rechts oben und links unten findet sich die Anzahl der pro Gruppe richtig zugeordneten Probanden, neben der Hauptdiagonalen befinden sich die anders zugeordneten Probanden. Dargestellt sind die Mittelwerte aus fünf zufälligen Testhalbierungen ($N = 67$).

		Split-Half	
		Cluster 1	Cluster 2
Original	Cluster 1	131	34
	Cluster 2	25	78

Tabelle 22 Kreuzvalidierung der Typenzuordnung der Original-Cluster-Lösung mit derjenigen nach Testhalbierung für die 3-Cluster-Lösung. In den Feldern der Hauptdiagonalen findet sich die Anzahl der pro Gruppe richtig zugeordneten Probanden, neben der Hauptdiagonalen befinden sich die anders zugeordneten Probanden. Dargestellt sind die Mittelwerte aus fünf zufälligen Testhalbierungen (N = 67).

		Split-Half		
		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Original	Cluster 1	45	8	11
	Cluster 2	12	92	16
	Cluster 3	6	13	65

5.4.1.3 Monte-Carlo-Verfahren

Weiterhin wurde die Stabilität der Cluster-Lösung mit Hilfe sogenannter Monte-Carlo-Studien getestet, indem zufällige Startwerte und die Reihenfolge der Probanden variiert wurden (s. Kapitel 4.6.6.3, S. 111). Mit dem Statistikprogramm ClustanGraphics wurden für die drei zu Diskussion stehenden Cluster-Lösungen (2-Cluster-Lösung, 3-Cluster-Lösung, 4-Cluster-Lösung) je fünfmal 10.000 Startwert- und Reihenfolgenrandomisierungen durchgeführt.

Für die 2-Cluster-Lösung wurden im Mittel sieben Lösungen, für die 3-Cluster-Lösung im Mittel 27 Lösungen und für die 4-Cluster-Lösung im Mittel über 50 Lösungen generiert. Es wurden bei der Berechnung weiterhin jeweils die optimalen Lösungen, d. h. diejenigen Lösungen, deren Streuungsquadratsummen möglichst klein sind ausgewählt, und in Abhängigkeit der übrigen unterschiedlichen Startwerte in 10.000 Durchläufen reproduziert. Im Falle der 2-Cluster-Lösung konnte die optimale Lösung zunächst nur in 5% der Fälle vollständig reproduziert werden. Allerdings konnte die häufigste Lösung, die zu 96% mit der optimalen Lösung identisch ist, in 80% der Fälle reproduziert werden.

Im Falle der 3-Cluster-Lösung konnte die optimale Lösung in nur etwa 58% der Fälle vollständig reproduziert werden. Im Falle der 4-Cluster-Lösung gelang die Reproduktion der optimalen Lösung sogar nur in 37% der Fälle vollständig.

Hatten die Reproduzierungen nur 80% Übereinstimmungen mit der optimalen Lösung, so traf dies bei der 2-Cluster-Lösung auf bis zu 84% der Fälle, bei der 3-Cluster-Lösung auf bis zu 92% der Fälle und bei der 4-Cluster-Lösung sogar nur auf bis zu 71% der Fälle zu (Tabelle 23, Tabelle 24, Tabelle 25).

Tabelle 23 Prozentualer Anteil der mit der ausgewählten Lösung übereinstimmenden Lösungen in Monte-Carlo-Studien für die 2-Cluster-Lösung.

zufälliger Startwert	Anzahl der Durchläufe	Anzahl Lösungen	Prozentualer Anteil Lösungen mit 100 % Übereinstimmung mit der optimalen Lösung	Prozentualer Anteil Lösungen der am häufigsten auftretenden Lösung	Prozentuale Übereinstimmung zwischen bester und häufigster Lösung	Prozentualer Anteil Lösungen mit 80 % Übereinstimmung mit der optimalen Lösung
32091	10 000	6	4,6%	79,2%	95,5%	83,7%
45363	10 000	7	4,6%	79,8%	95,5%	84,5%
76845	10 000	8	4,8%	79,1%	95,5%	83,9%
12345	10 000	7	4,3%	79,4%	95,5%	83,8%
67891	10 000	6	4,5%	79,7%	95,5%	84,2%

Tabelle 24 Prozentualer Anteil der mit der ausgewählten Lösung übereinstimmenden Lösungen in Monte-Carlo-Studien für die 3-Cluster-Lösung.

zufälliger Startwert	Anzahl der Durchläufe	Anzahl Lösungen	Prozentualer Anteil Lösungen mit 100 % Übereinstimmung mit der optimalen Lösung	Prozentualer Anteil Lösungen mit 80 % Übereinstimmung mit der optimalen Lösung
32091	10 000	23	48,2%	92,1%
45363	10 000	28	49,9%	80,2%
76845	10 000	24	44,5%	78,7%
12345	10 000	32	57,5%	81,9%
67891	10 000	29	51,1%	78,9%

Tabelle 25 Prozentualer Anteil der mit der ausgewählten Lösung übereinstimmenden Lösungen in Monte-Carlo-Studien für die 4-Cluster-Lösung.

zufälliger Startwert	Anzahl der Durchläufe	Anzahl Lösungen	Prozentualer Anteil Lösungen mit 100 % Übereinstimmung mit der optimalen Lösung	Prozentualer Anteil Lösungen mit 80 % Übereinstimmung mit der optimalen Lösung
32091	10 000	> 50	36,6%	69,5%
45363	10 000	> 50	29,2%	61,1%
76845	10 000	> 50	28,3%	62,4%
12345	10 000	> 50	37,3%	70,5%
67891	10 000	> 50	27,8%	61,7%

Die Lösungen entsprachen in ihren Mittelwertprofilen jeweils den in Abbildung 7 (S. 140) gezeigten Verläufen. Auch dies ist ein Hinweis, ähnlich wie die Ergebnisse Testhalbierung, dass die 2-Cluster-Lösung die stabilste Cluster-Lösung zu sein scheint. In der folgenden Berechnung der Homogenität wird daher auf die Berechnung der 3-Cluster-Lösung und 4-Cluster-Lösung verzichtet.

5.4.2 Homogenität

Durch die Bestimmung der Homogenität der 2-Cluster-Lösung kann abgeschätzt werden, wie stark sich die einzelnen Cluster voneinander unterscheiden (s. Kapitel 4.6.6.4, S. 111). Dazu werden die Standardabweichungen der einzelnen Cluster, der Standardabweichung der Gesamtgruppe gegenübergestellt. Die Standardabweichungen der einzelnen Cluster sollten geringer sein, als die der Gesamtgruppe.

Diese Forderung ist weitestgehend mit Ausnahme der Variablen *Informierend*, *Autonomie* und *Didaktische Induktion* erfüllt. Die 2-Cluster-Lösung wird daher insgesamt als homogen angesehen.

Tabelle 26 Standardabweichung der zwei einzelnen Cluster und der Gesamtgruppe. Sind die Standardabweichungen der beiden einzelnen Cluster kleiner als die Standardabweichung der Gesamtgruppe, zeigt dies die Homogenität der Clustergruppen an. In den dunkler unterlegten Feldern ist diese Forderung nicht erfüllt. (SD: Standardabweichung)

Unterrichtssituation	Prototypische Routine	SD Cluster 1	SD Cluster 2	Gesamtgruppe
Unterrichtseinstiege (UE)	Informierend	0,74	0,99	0,89
	Handlungsorientierung	0,84	0,82	0,86
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,88	0,87	0,91
Experimentieren (Ex)	Autonomie	0,27	0,37	0,33
	Didaktische Induktion	0,16	0,29	0,23
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung	0,38	0,36	0,47
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	0,28	0,36	0,51

5.4.3 Zusammenfassung zur Stabilität und Homogenität der verschiedenen Cluster-Lösungen

Um die Güte und die Eindeutigkeit der Cluster-Lösungen zu bestimmen, die in Frage kommenden 2-Cluster-, 3-Cluster- und 4-Cluster-Lösungen unterschiedlichen Testverfahren unterzogen. Dazu zählten die Berechnung der Stabilität der Lösungen durch Verwendung unterschiedlicher Clusterverfahren, nach Halbierung der Stichprobe und nach Monte-Carlo-Studien sowie die Untersuchung auf Homogenität der Cluster-Lösung. Alle verwendeten Modellprüfgrößen konnten die 2-Cluster-Lösung als stabile bzw. die stabilste Cluster-Lösung identifizieren, daher wird nur diese im weiteren Verlauf, insbesondere zur Erstellung des Computerprogramms (s. Kapitel 4.7, S. 118), verwendet und im folgenden Kapitel inhaltlich erläutert.

5.5 Muster prototypischer Routinen

5.5.1 Beschreibung der Muster prototypischer Routinen

Wie im vorhergehenden Kapitel dargestellt, wurde die 2-Cluster-Lösung, die mit Hilfe der k-means-Clusteranalyse bestimmt wurde, als die stabilste Cluster-Lösung identifiziert. Auf der Grundlage von sieben ausgewählten Skalen wurden durch das verwendete Clusteranalyseverfahren zwei unterschiedliche Profilverläufe ausgegeben. Diese beiden Profilverläufe stellen Muster inhaltsunabhängiger prototypischer Routinen von Biologielehrkräften dar. Das erste der beiden Muster soll im weiteren Verlauf als *problemorientierte Routine*, das zweite Muster als *informierende Routine* bezeichnet werden. Abbildung 11 stellt für diese beiden Muster prototypischer Routinen die Profilverläufe bezüglich der sieben eingesetzten Skalen dar.

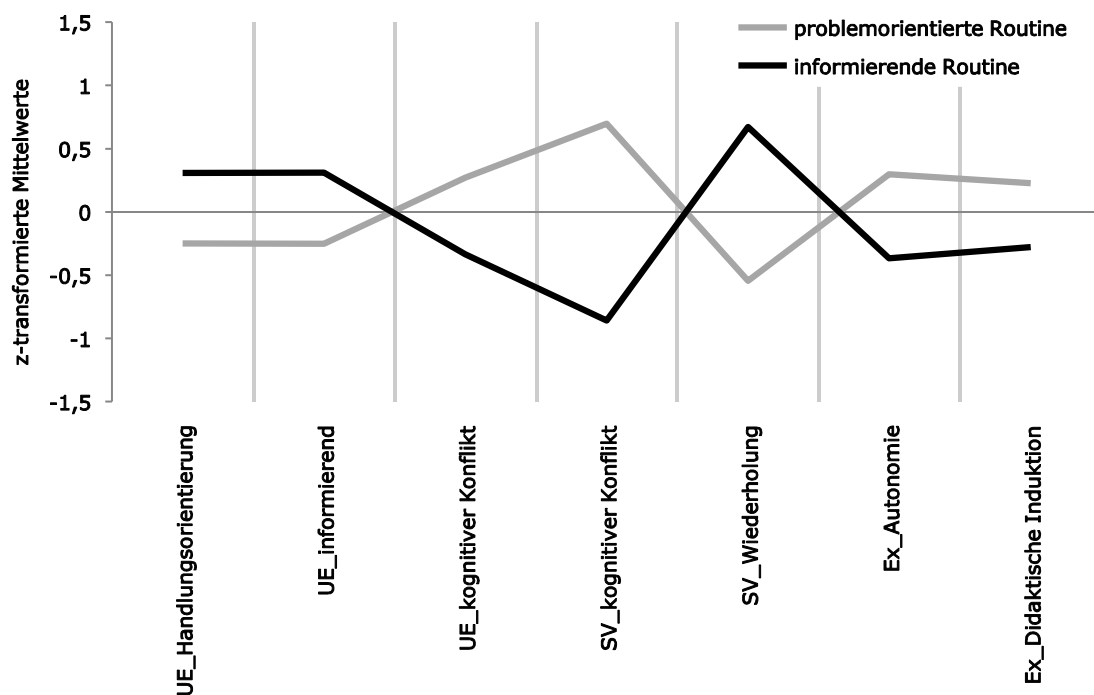


Abbildung 11 Verlauf der beiden Muster prototypischer Routinen von Biologielehrkräften: **problemorientierte Routine** und **informierende Routine**. Dargestellt sind die z-transformierten Mittelwerte der jeweiligen Skalen. (UE: Unterrichtseinstiege, SV: Umgang mit Schülervorstellungen, Ex: Experimente; N = 67).

Die problemorientierte Routine Biologielehrkräfte die problemorientierte prototypische Routinen zeigen, zeichnen sich in Unterrichtseinstiegssituationen, unabhängig vom Inhalt, durch ihre starke Betonung der Problemorientierung bzw. der Verwendung eines kognitiven Konflikts aus. Seltener als Biologielehrkräfte, die eine informierende Routinen zeigen, stellen sie bei Unterrichtseinstiegen die Handlungsorientierung in den Vordergrund, außerdem informieren sie ihre Schüler seltener als die Lehrkräfte der anderen Gruppe über die Ziele der sich anschließenden Unterrichtsstunde.

Außerdem zeichnet diese Biologielehrkräfte aus, dass sie auf fachlich falsche Schülervorstellungen z. B. durch die Verwendung eines kognitiven Konfliktes reagieren, weniger dadurch, dass sie bereits Gelerntes wiederholen oder wiederholen lassen. Lehrkräfte die dieser Gruppe angehören lassen Schülern beim Experimentieren im Unterricht viele Freiheiten, das Experiment bzw. den gesamten naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg mit zu gestalten. Dazu passt auch, dass sie es bevorzugen Hypothesen überprüfende Experimente anstelle von Bestätigungsexperimenten durchzuführen.

Die informierende Routine Biologielehrkräfte die informierende prototypische Routinen zeigen, bevorzugen es beim Unterrichtseinstieg unabhängig vom Inhalt, die Schüler aktiv tätig werden zu lassen. Alternativ strukturieren sie den Unterricht dadurch, dass sie auf die Inhalte und Ziele der daran anschließenden Stunde hinweisen. Stellen sie während des Unterrichts eine fachlich falsche Schülervorstellung fest, neigen sie dazu bereits besprochene Unterrichtsinhalte selbst zu wiederholen oder von Mitschülern wiederholen zu lassen. Bei der Durchführung von Experimenten im Unterricht geben sie Schülern bevorzugt Experimentieranleitungen aus Schulbüchern oder anderen Unterrichtsmaterialien. Experimente, die Biologielehrkräfte im Unterricht einsetzen, die informierende Routinen zeigen, haben bevorzugt die Funktion bekannte Inhalte aus dem Unterricht zu bestätigen.

Die geschilderten Zusammenhänge werden in Tabelle 27 zusammengefasst.

Tabelle 27 Zusammenfassung der Merkmale von Biologielehrkräften, die der informierenden Routine bzw. der problemorientierten Routine zugeordnet werden. Dargestellt sind die Routinen, die die Lehrkräfte ihrer Aussage nach im Unterricht bevorzugen (+) und die Routinen, die sie eher ablehnen (–).

	Informierende Routine	Problemorientierte Routine
+	<ul style="list-style-type: none"> - Handlungsorientierte Unterrichtseinstiege - Schüler werden zu Beginn der Unterrichtsstunde über die Inhalte und Ziele informiert - Bei fachlich falschen Schülervorstellungen werden die vorangegangenen Inhalte nochmals wiederholt - Einsatz vorgeplanter Experimente, die zumeist als Bestätigungsexperiment dienen 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemorientierte Unterrichtseinstiege (z. B. kognitive Konflikte) - Bei fachlich falschen Schülervorstellungen werden Probleme, z. B. durch kognitive Konflikte, aufgeworfen - Einsatz von Experimenten, die von Schülern selbst geplant werden und als Hypothesen überprüfendes Experiment dienen
–	<ul style="list-style-type: none"> - Verwenden von kognitiven Konflikten - Planung und Durchführung von Experimenten durch Schüler 	<ul style="list-style-type: none"> - Strukturierung des Unterrichts durch explizite Bekanntgabe von Zielen, Experimentiervorschriften oder fachliche Konzepte (im Umgang mit Schülervorstellungen)

5.5.2 Vergleich der Muster prototypischer Routinen

Die beschriebenen Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den beiden Mustern prototypischer Routinen von Biologielehrkräften, werden auch durch die Vergleiche in Tabelle 28 deutlich. Dort wurde untersucht in welchen Skalen sich die identifizierten Muster prototypischer Routinen signifikant voneinander unterscheiden. Zu diesem Zweck wurde die normalverteilte Stichprobe mehreren t-Tests unterzogen. Sowohl die globale Nullhypothese, dass sich die beiden Profilverläufe nicht voneinander unterscheiden, als auch alle Einzelnullhypothesen für die jeweiligen Skalen können verworfen werden. Dies gilt auch, wenn die in Tabelle 28 dargestellten p-Werte der recht konservativen Bonferroni-Holm-Korrektur unterworfen werden (s. Kapitel 4.6.7, S. 111). Alle Mittelwerte der beiden Skalen einer prototypischen Routine unterscheiden sich signifikant. Inhaltlich bedeutet dies, dass sich die Aussagen typischer Vertreter der beiden Gruppen zum Vorgehen im Unterricht in den betrachteten Einzelmerkmalen und insgesamt über alle betrachteten Merkmale signifikant voneinander unterscheiden.

Tabelle 28 t-Test zum Vergleich der beiden Cluster-Profile der k-means-Clusteranalyse.
(MW: Mittelwert, SE: Standardfehler, df: Freiheitsgrade, p: Signifikanz; N = 67)

Unterrichtssituation	Prototypische Routine	MW Cluster 1	SE Cluster 1	MW Cluster 2	SE Cluster 2	t-Wert	df	p
Unterrichtseinstiege (UE)	Informierend	4,12	0,12	3,62	0,18	2,30	52,60	0,03
	Handlungsorientierung	2,53	0,14	2,06	0,15	2,33	65	0,02
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	3,16	0,15	3,71	0,16	-2,55	65	0,01
Experimentieren (Ex)	Autonomie	1,81	0,04	1,59	0,07	2,77	51,46	0,01
	Didaktische Induktion	1,93	0,03	1,81	0,05	2,00	43,29	0,05
Umgang mit Schülervorstellungen (SV)	Wiederholung	2,27	0,06	1,70	0,07	6,19	65	<0,01
	Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung	1,27	0,05	2,06	0,07	-9,99	65	<0,01

5.5.3 Zuordnung der Lehrkräfte zu den identifizierten Mustern

Bei Überprüfung der Verteilung der Probanden der Stichprobe mittels des χ^2 – Tests auf die identifizierten Muster prototypischer Routinen ergibt sich folgender Eindruck (Abbildung 12):

Von insgesamt 67 Probanden werden 37 zum Muster *problemorientiert* und 30 Probanden zum Muster *informierend* sortiert. Die Frauen der Stichprobe werden leicht häufiger (26 gegenüber 19) zum problemorientierten Muster sortiert. Wenige Unterschiede sind auch in Abhängigkeit von der Berufserfahrung erkennbar: Sowohl bei den weniger erfahrenen Lehrkräften (0-5 Jahre Berufserfahrung), als auch bei den routinierten Lehrkräften (mehr als 5 Jahre Berufserfahrung) überwiegt der Anteil in der Gruppe *problemorientiert* leicht. Wie alle bereits beschriebenen Unterschiede, ist auch der Unterschied der Probandenzuordnung in Abhängigkeit vom studierten Zweitfach nicht signifikant. Bei denjenigen Lehrkräften, deren Zweitfach Chemie ist, überwiegt das problemorientierte Muster (17 gegenüber 9). Eine nahezu ausgeglichene Zuordnung herrscht für Lehrkräfte, deren Zweitfach ein anderes mathematisch-naturwissenschaftliches Fach ist (5 gegenüber 4). Gleiches gilt für Lehrkräfte, deren Zweitfach eines von allen übrigen Fächern ist (13 gegenüber 14).

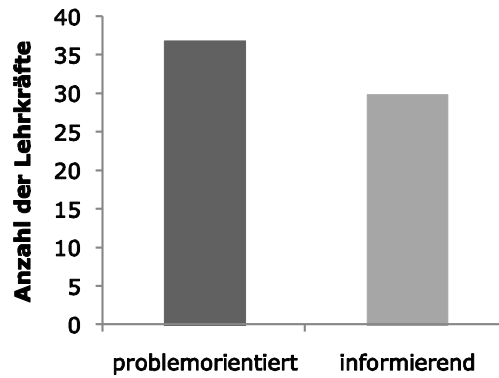


Abb. A: Anzahl der Lehrkräfte der Stichprobe verteilt auf die Cluster prototypischer Routinen *problemorientiert* und *informierend*

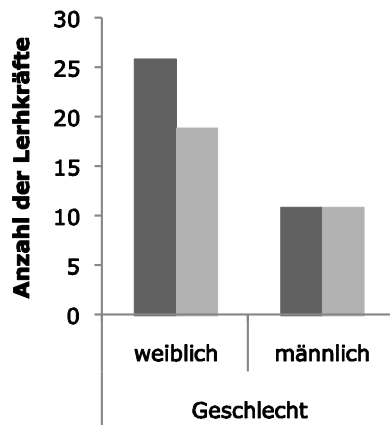


Abb. B: Anzahl der Lehrkräfte der Stichprobe verteilt auf die Cluster *problemorientiert* und *informierend* in Abhängigkeit vom Geschlecht

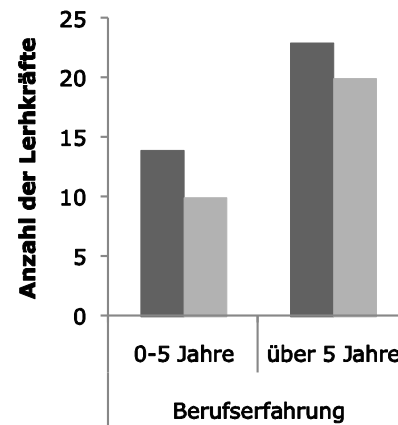


Abb. C: Anzahl der Lehrkräfte der Stichprobe verteilt auf die Cluster *problemorientiert* und *informierend* in Abhängigkeit von der Berufserfahrung

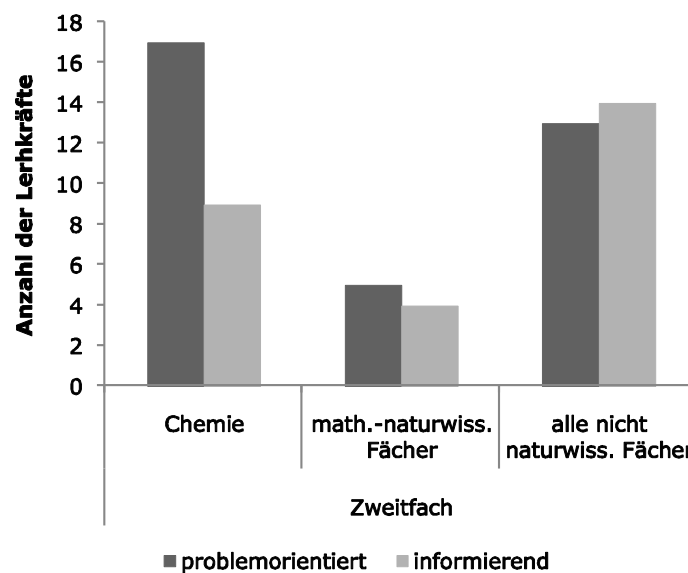


Abb. D: Anzahl der Lehrkräfte der Stichprobe verteilt auf die Cluster *problemorientiert* und *informierend* in Abhängigkeit vom Zweifach

Abbildung 12 Verteilung der Probanden der Stichprobe auf die beiden Muster prototypischer Routinen. Alle Unterschiede sind nach dem χ^2 -Test nicht signifikant. (N = 67)

6 Das interaktive Computerprogramm P_{Ro}BiL

Ziel der Studie ist die Entwicklung eines innovativen Ansatzes zur Reflexion von prototypischen Routinen im Unterricht, mit dessen Hilfe Biologielehrkräfte, ähnlich wie in einigen der in Kapitel 2.2.6 (S. 40) vorgestellten Konzepte zur Lehrerprofessionalisierung, individuell über ihren Unterricht reflektieren können. Dies wird mit Hilfe eines CD-ROM gestützten Computerprogramms erreicht, welches es Biologielehrkräften ermöglicht, ihr eigenes prototypisches Handeln im Unterricht anhand von Fragen und kurzen, konstruierten Videosequenzen zu identifizieren und zu reflektieren. Dieses Computerprogramm zur Reflexion und Identifikation prototypischer Routinen von Biologielehrkräften wird im weiteren Verlauf mit der Bezeichnung P_{Ro}BiL (P_{ro}typische R_{out}inen von B_iologiele_hrkrä_ften) abgekürzt. Als Grundlage zur Reflexion im Rahmen von P_{Ro}BiL dienen die in dieser Studie identifizierten und in Kapitel 5.5.1 (S. 152) beschriebenen prototypischen Routinen von Biologielehrkräften. Die technische Umsetzung von P_{Ro}BiL erfolgte wie in Kapitel 4.7 (S. 118) beschrieben. In Kombination mit geeigneten Fortbildungsangeboten soll das im Folgenden vorgestellte Computerprogramm die Professionalitätsentwicklung von Lehrkräften in der Aus- und Weiterbildung fördern.

6.1 Aufbau und Funktion des Programms

Bei der Verwendung von P_{Ro}BiL erscheint zunächst eine kurze Begrüßung, bei der der teilnehmenden Lehrkraft kurz die Ziele und der Hintergrund der Studie mitgeteilt werden (Abbildung 13).

Der linke Screenshot zeigt den Startbildschirm des Programms P_{Ro}BiL. Er enthält eine Begrüßung an die Teilnehmerin oder den Teilnehmer, eine kurze Einführung in das Programm und einen 'Starten'-Button. Der rechte Screenshot zeigt ein Formular zur Datenerhebung. Es enthält Felder für Geschlecht (weiblich/männlich), Schulform (Gymnasium), Dienstjahre (5) und Zweitfach (Chemie). Ein 'WEITER'-Button befindet sich am unteren Rand des Formulars.

Abbildung 13 Begrüßungsbildschirm des Programms P_{Ro}BiL (links). Fragen zur Person die eine spätere Nutzung der Daten ermöglichen (rechts)

Im weiteren Verlauf werden die Lehrkräfte gebeten einige Angaben zu ihrer Person zu machen, um eine spätere statistische Auswertung zu ermöglichen. Diese demographischen Daten werden nicht in die interaktive Auswertung von *PRoBiL* mit einbezogen, sondern können anonym – nach einer Bestätigung durch die Lehrkraft – gemeinsam mit der Auswertung als Datensatz zu Forschungszwecken verschickt werden.

The screenshots show the PRoBiL software interface. The top screenshot displays the 'UNTERRICHTSSITUATION' section with a list of five statements to be ranked by similarity to the user's teaching situation. The statements are:

- Zu Beginn der Unterrichtsstunde wiederhole ich zunächst die Inhalte der letzten Unterrichtsstunde und entwickle daraus Fragen für die heutige Stunde.
- Ich lasse die SuS zu Beginn der Stunde ein Experiment durchführen, bei dem sie Blutdruck und Puls mit und ohne Belastung (z. B. beim Treppensteigen) messen.
- Ich lasse die SuS zu Beginn der Stunde von ihren Erfahrungen beim Treppensteigen im Hinblick auf die Reaktionen des menschlichen Körpers auf Belastungen berichten.
- Ich starte, indem ich den SuS eine Tabelle zeige, in der die Pulsfrequenz in Abhängigkeit von der körperlichen Belastung (Schlaf, Sitzen in der Schule, sportliche Betätigung) dargestellt ist. Die SuS sollen den Zusammenhang erklären.
- Ich informiere die SuS zu Beginn der Stunde über den weiteren Unterrichtsverlauf und das anstehende Experiment zum Herzschlag.

The bottom-left screenshot shows the same section with a progress bar at 87%. The bottom-right screenshot shows the 'UNTERRICHTSSITUATION' section with a progress bar at 100% and a diagram of a human body labeled 'Abb. 1'.

Abbildung 14 Fragebogen zur Identifizierung inhaltsunspezifischer, prototypischer Routinen von Biologielehrkräften im Rahmen von *PRoBiL*. Die verwendeten Items stammen aus der Online-Studie der vorliegenden Arbeit.

Abbildung 14 zeigt den Hauptteil von *PRoBiL*, bei dem die teilnehmende Lehrkraft Items des Fragebogens aus der Online-Studie (s. Anhang A 6) beantwortet. Im oberen Teil von Abbildung 14 ist ein Fallbeispiel zum Umgang mit Unterrichtseinstiegen, in der unteren Reihe sind Fallbeispiele zum Umgang mit Experimenten (links) bzw.

Schülervorstellungen (rechts) dargestellt. Zu jeder dieser Unterrichtssituationen werden je drei Fallbeispiele vorgestellt und in die spätere Auswertung mit einbezogen. Somit werden die Lehrkräfte gebeten insgesamt 9 Fallbeispiele mit je zwei bis fünf Items zu bearbeiten. Die ungefähre Bearbeitungszeit liegt in etwa bei 20-25 Minuten.

Entscheidend für eine sich anschließende korrekte interaktive Auswertung der von der Lehrkraft getätigten Auswahl, ist die Möglichkeit, die Items in eine Reihenfolge zu bringen. Dies geschieht indem die neben jedem Item befindlichen Pfeile mit der Maus angeklickt werden und auf diese Weise ihre Position verändern. Diese Art der Funktionalität hat sich gegenüber einer *drag and drop-Variante* als die intuitiver zu bedienende und weniger fehleranfällige Auswahlvariante herausgestellt.

Für die interaktive, unverzügliche Auswertung der von der Lehrkraft getätigten Auswahl müssen von *PRoBiL* verschiedene Verarbeitungsschritte durchgeführt werden. Zunächst wird die von den Lehrkräften getätigte Auswahl in „Ränge“ überführt. Wurde z. B. das Item der Skala *Handlungsorientierung* im Rahmen der Unterrichtseinstiege an erster Stelle genannt, so erhält es den Rang eins. Das darauffolgende Item erhält den Wert 2 usw. Anschließend bestimmt das Programm die Skalenmittelwerte aus den drei Fallbeispielen zu jeder der drei Unterrichtssituationen. Die Skalenmittelwerte werden anschließend z-transformiert und es erfolgt eine Zuordnung der Antworten zu einem der in Kapitel 5.5.1 (S. 152) beschriebenen Muster prototypischer Routinen. Dies geschieht mit Hilfe der in Kapitel 4.6.9 (S. 115) beschriebenen Formeln zur Bestimmung der Entfernung eines neu hinzukommenden Probanden vom Clusterzentrum.

Nach diesen Berechnungsschritten und der Zuordnung der Lehrkraft zu einem Muster prototypischer Routinen erhält die Lehrkraft ohne Zeitverzögerung eine Auswertung ihrer persönlichen Ergebnisse (Abbildung 15, S. 162). Die Auswertung enthält sowohl die Angabe der Zuordnung zu einer prototypischen Routine, als auch den Profilverlauf zur Eingabe der Lehrkraft. Außerdem können die Profilverläufe der im Rahmen dieser Studie identifizierten Muster prototypischer Routinen angezeigt und erläutert werden. Alle Datenpunkte des Profilverlaufs oder die einzelnen Abschnitte des Diagramms, die die Skalen des zugrunde liegenden Fragebogens repräsentieren, können mit Hilfe der Maus angeklickt werden, um Informationen und Erläuterungen der Anzeige in Text- oder Videoform zu erhalten. Zu jeder prototypischen Routine stehen ein bis zwei Videosequenzen zur Verfügung, die prototypisches Handeln von Lehrkräften zeigen. Sie

sollen die textlichen Informationen erläutern und können, wenn sie einander gegenübergestellt werden, Lehrkräften verschiedene Handlungsoptionen in einer Unterrichtssituation anbieten. Auf diese Weise können sie als Reflexionsimpuls des eigenen Handelns dienen.

Die durch *PRoBiL* vorgenommene Auswertung dient in erster Linie der Darstellung und Erläuterung der im Rahmen der Studie vorgenommenen inhaltsunspezifischen prototypischen Routinen, allerdings besteht auch die Möglichkeit, dass Videosequenzen zu inhaltspezifischen prototypischen Routinen gezeigt werden, um die betrachteten Unterrichtssituationen (Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen) umfassender zu beschreiben.

Im Anschluss an die Auswertung kann die Lehrkraft ihre eigenen Ergebnisse wahlweise lokal drucken, den gesamten erzeugten Datensatz drucken oder den Datensatz, sofern eine Internetanbindung zur Verfügung steht, versenden. Die beiden letzten Funktionalitäten von *PRoBiL* dienen der Erhebung weiterer Probandendaten. Wird der Datensatz über das Internet anonym verschickt, kann er anschließend in eine Datenbank importiert werden. Im anderen Fall, müssen die Daten des Ausdrucks in einen PC eingegeben werden.

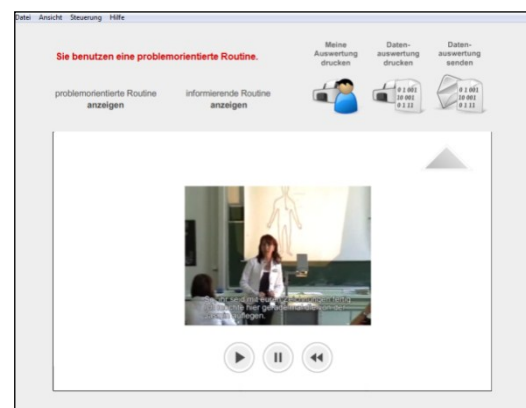
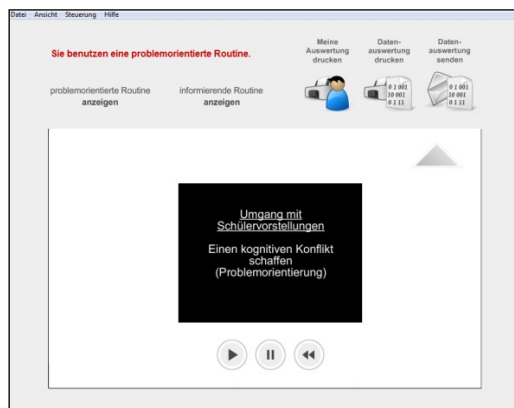
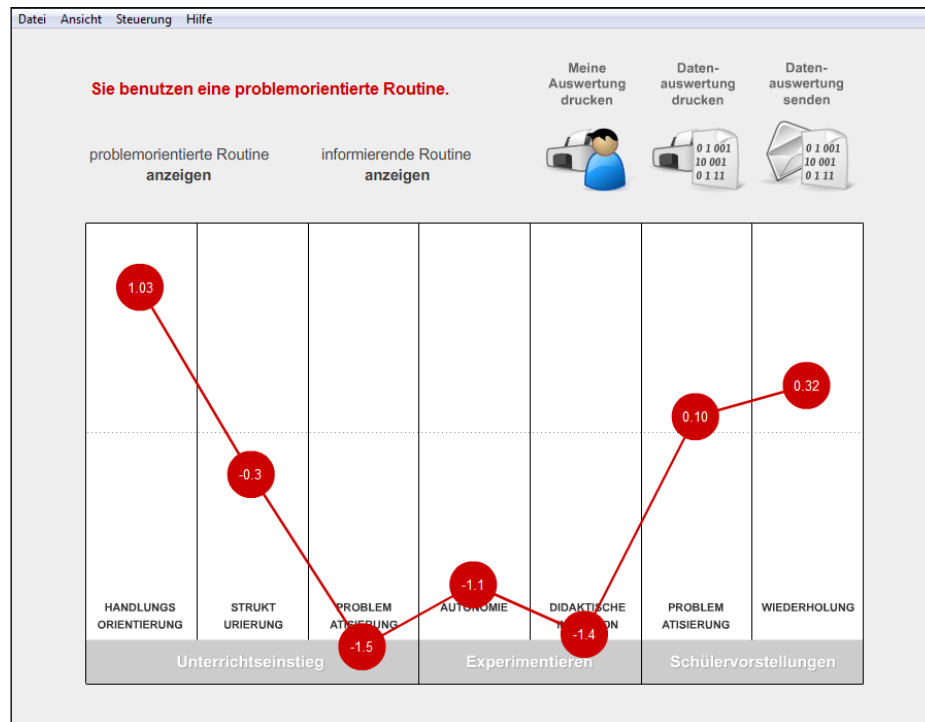


Abbildung 15 **Auswertungsbildschirm.** Oben: Profilverlauf des Musters prototypischer Routinen der teilnehmenden Lehrkraft. Gleichzeitig erfolgt eine Zuordnung zu einem im Rahmen der vorliegenden Studie identifizierten Musters (hier: problemorientierte Routine). Unten: Zu jeder Skala des Fragebogen können die Lehrkräfte Informationen und Erläuterungen in Textform (nicht dargestellt) und in Form von kurzen Videosequenzen erhalten.

6.2 Validierung der konstruierten Videosequenzen

An dieser Teilstudie zur Validierung der konstruierten Videosequenzen zur Veranschaulichung prototypischer Routinen von Biologielehrkräften nahmen 23 ($N = 23$) Biologielehrkräfte teil, davon unterrichten 15 an Gymnasien, 4 an Realschulen und 4 an Hauptschulen in Essen und der näheren Umgebung. Die durchschnittliche Berufserfahrung der Teilnehmer betrug 12 Jahre, vier Probanden mit weniger als zwei Jahren Berufserfahrung nahmen teil.

6.2.1 Zuordnung der Probandenäußerungen

Zur Validierung der Videosequenzen sollten die teilnehmenden Lehrkräfte im ersten Schritt dieses Studienteils zu einer grob geschilderten Unterrichtssituation frei Vorschläge für Unterrichtseinstiege, Umgang mit Experimenten und Schülervorstellungen äußern. Diese Vorschläge sollten den in den vorangegangenen Kapiteln (u. a. Kapitel 5.5, S. 152; Tabelle 29) beschriebenen prototypischen Routinen zugeordnet werden. Falls dies nicht möglich wäre, sollten die Vorschläge in neue Kategorien prototypischen Handelns einsortiert werden.

Alle getätigten Lehreräußerungen konnten durch die beiden geschulten Mitarbeiter zu den hier beschriebenen prototypischen Routinen zugeordnet werden ($\kappa = 1$), es wurden keine weiteren Kategorien formuliert.

Eine geringere Übereinstimmung ergab sich allerdings bei der Zuordnung der Vorschläge im Einzelnen zu den prototypischen Routinen (Tabelle 29). Sie liegt mit $\kappa_{\text{gesamt}} = 0,5$ im akzeptablen Bereich. Die beiden Rater äußerten, dass besonders die Zuordnung der Vorschläge zu den prototypischen Routinen bei Unterrichtseinstiegen und im Umgang mit Schülervorstellungen schwierig war, was sich in den gegenüber der Zuordnung zu den prototypischen Routinen beim Experimentieren geringeren Interrater-Reliabilität widerspiegelt.

Tabelle 29 Interrater-Reliabilität Cohens κ der Zuordnung der Lehreraussagen zu den vorhandenen prototypischen Routinen. Während die Zuordnung der Lehreraussagen zu den prototypischen Routinen beim Einsatz von Experimenten mit hoher Übereinstimmung erfolgte, war die Übereinstimmung bei den übrigen Unterrichtssituationen nur mäßig.

	Cohens κ
Unterrichtseinstiege (UE) (Wiederholung, Informierend, Handlungsorientierung, Alltagsbezug, Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung)	0,5
Experimentieren (Ex) (Autonomie, Kooperation, Didaktische Induktion, Didaktische Deduktion)	1,0
Umgang mit Schülervorstellungen (SV) (Wiederholung, Ignorieren, Wechsel der Repräsentationsform, Transfer zu anderem biologischen Beispiel, Kognitiver Konflikt/ Problemorientierung)	0,5
κ_{gesamt} (Median)	0,5

In der im Interview beschriebenen Unterrichtssituation schlugen die Lehrkräfte am häufigsten einen Unterrichtseinstieg vor, der der prototypischen Routine *Problemorientierung/ kognitiver Konflikt* zugeordnet werden konnte (70%). Die Mehrheit der Lehrkräfte (61%) würde im Umgang mit der im Interview genannten Schülervorstellung einen Weg wählen, der der prototypischen Routine *Problemorientierung/ kognitiver Konflikt* sehr ähnlich ist. Das geschilderte Experiment würden 96% der Lehrkräfte auf einem Weg durchführen, der der prototypischen Routine *didaktische Induktion* vergleichbar ist. Schaut man die mehrheitlich getroffenen Äußerungen näher an, so sind sie dem in Kapitel 5.5.1 (S. 152) beschriebenen Clusterprofil der *problemlösenden Routine* zuzuordnen. Dies deckt sich mit der Feststellung, dass dieses Muster prototypischen Handelns auch in der Online-Studie am häufigsten beobachtet werden konnte.

Die eindeutige Zuordnung aller Vorschläge zu den im Rahmen der Studie identifizierten prototypischen Routinen ist ein Hinweis auf die Validität der prototypischen Routinen, die das gesamte Spektrum von Handlungen von Biologielehrkräften in den im Interview vorgegebenen, eng umgrenzten Szenarien wiederzugeben scheinen. Aussagen der Lehrkräfte im weiteren Verlauf der Befragung unterstützen die These, dass die hier beschriebenen prototypischen Routinen und die zugehörigen Unterrichtssequenzen authentische, unterrichtsnahe Situationen zeigen.

6.2.2 Interrater-Reliabilität

Der 2. Schritt der Validierung der Videosequenzen besteht aus der Berechnung der Interrater-Reliabilität Cohens κ und Cronbachs α bzw. die Kuder-Richardson-Formel 20 für die Zuordnung von passenden Überschriften zu den Videosequenzen durch die Lehrkräfte. Die Datenmatrix ergibt sich, ähnlich einer Kriteriumsvalidierung, durch den Vergleich der Zuordnung der Lehrkräfte von Überschriften zu den Videosequenzen, mit einer Referenz (vgl. *Kriterium* einer Kriteriumsvalidierung). Im vorliegenden Fall ist dies die Benennung der Videosequenzen durch den Autor der Studie („Originalbenennung“). Vergibt eine Lehrkraft einer Videosequenz den gleichen Namen, wie er durch den Autor der Studie vergeben wurde, wird dies mit dem Wert 1 kodiert. Ist die Benennung unterschiedlich, wird der Wert 0 vergeben. Auf diese Weise ergibt sich für alle 23 Probanden eine Datenmatrix mit künstlich-dichotomen Items (Nominalskalenniveau).

Die Wertematrix zur Interrater Reliabilität Cohens κ für alle möglichen Kombinationen an Raterpaaren ist in Tabelle 34 (s. Anhang D) dargestellt. Eine Zusammenfassung liefert Tabelle 30. Die Gesamtübereinstimmung κ_{gesamt} lässt sich in Annäherung mit Hilfe der Berechnung des Medians bestimmen. Im vorliegenden Fall ist der Median = 1, dies weist auf eine sehr hohe Übereinstimmung der Rater untereinander und ebenfalls in Bezug zur Originalbenennung der Videosequenzen hin.

Tabelle 30 Interrater-Reliabilität Cohens κ_{gesamt} . Der hier berechnete Cohens κ -Wert weist eine völlige Übereinstimmung aus.

Cohens κ_{gesamt}	Anzahl der Items (N)
1,00	23

Auch Cronbachs α kann zur Berechnung der Übereinstimmung von Ratern dienen (s. Kapitel 4.7.3, S. 124). Diese Berechnung wurde mit den nicht dichotomisierten Variablen durchgeführt, die Ergebnisse für die dichotomen Variablen werden im folgenden Kapitel dargestellt (s. Berechnung KR-20). Wie in Tabelle 31 dargestellt, ist die Interrater Reliabilität Cronbachs $\alpha = 1$ und weist damit ebenfalls auf eine sehr hohe Übereinstimmung der Rater untereinander hin. Rechnerisch zurückzuführen ist dieser Wert auf die geringe Varianz der Daten (s. Tabelle 32).

Tabelle 31 Interrater-Reliabilität Cronbachs α . Der hier berechnete Cronbachs α -Wert weist eine völlige Übereinstimmung aus.

Cronbachs α	Anzahl der Items (N)
1,00	23

Auch die hohe Korrelation der Items untereinander (0,99), bei sehr geringen Abweichungen zwischen minimaler und maximaler Korrelation (0,95-1,00) zeigen die hohe Übereinstimmung der Rater untereinander (s. Tabelle 32)

Tabelle 32 Inter-Item-Korrelationen. Die hohe Korrelation und die geringe Varianz der Daten geben weitere Hinweise auf den hohen Grad der Übereinstimmung bei der Zuordnung der Videosequenzen.

	Mittelwert	Minimum	Maximum	Varianz	Anzahl der Items (N)
Inter-Item-Korrelationen	0,99	0,95	1,00	0,00	23

Als weiteres Maß zur Verdeutlichung der hohen Übereinstimmung der Rater bei der Zuordnung von Überschriften zu den Videosequenzen ist die Kuder-Richardson-Formel 20 (KR-20). Sie weist eine akzeptable Übereinstimmung von 0,71 aus (s. Tabelle 33).

Der Unterschied zwischen den in Tabelle 31 und Tabelle 33 berechneten Interrater-Reliabilitäten Cronbachs α und KR-20 ergibt sich aus der unterschiedlichen effektiven Stichprobengröße. Bei der Berechnung des KR-20-Werts, auf der Grundlage dichotomer Items, werden diejenigen Variablen deren Varianz null ist vor der Berechnung entfernt. Die Varianz dieser Variablen ist im vorliegenden Fall auf Grund der vollständigen Übereinstimmung mit der Originalbenennung der Videosequenzen null, daher werden zur Berechnung des KR-20-Werts nur Variablen herangezogen, in denen garantiert Unterschiede („Fehler“) zur Originalbenennung vorhanden sind. Dennoch scheinen die Unterschiede nicht groß zu sein, da der berechnete KR-20-Wert eine immer noch akzeptable Übereinstimmung ausweist.

Tabelle 33 Interrater-Reliabilität nach Kuder-Richardson-Formel 20. Der hier berechnete KR-20-Wert weist eine akzeptable Übereinstimmung aus.

Kuder-Richardson-Formel 20 (KR-20)	Anzahl der Items (N)
0,71	6

Insgesamt lassen sich aus der Verwendung verschiedener Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Interrater-Reliabilität empirisch belastbare Hinweise über die hohe Übereinstimmung der Lehrkräfte bei der Zuordnung von Überschriften zu den gezeigten Videosequenzen untereinander und in Bezug zur Originalbenennung zeigen. Dies wird im Zusammenhang mit den Erkenntnissen aus Schritt 1 der Validierung als Zeichen der Validität der Videosequenzen angesehen.

7 Diskussion

7.1 Prototypische Routinen von Biologielehrkräften

Zur Entwicklung des CD-ROM gestützten Computerprogramms *PRoBiL* zur Reflexion prototypischer Routinen von Biologielehrkräften war zunächst die Identifizierung und Beschreibung prototypischer Routinen notwendig. Aus den Ergebnissen der vorangehenden vier Teilstudien wurden insgesamt sieben Konstrukte bestehend aus 21 Items abgeleitet, die das prototypische Handeln in den drei betrachteten Unterrichtssituationen (Umgang mit Unterrichtseinstiegen, Experimenten und Schülervorstellungen) beschreiben.

Unterrichtseinstiege, die sicher auch in anderen Unterrichtsfächern eine Rolle spielen, werden im Rahmen dieser Studie ebenfalls als fachspezifische Unterrichtssituation angesehen. Sie stellen eine Unterrichtsphase dar, in der besonders im Unterrichtsfach Biologie Kombinationen aus fachspezifischen Methoden oder Inhalten eine Rolle spielen, z. B. zeichnet sich diese Unterrichtsphase durch die Formulierung von fachspezifischen Arbeitsaufträgen, durch die Schaffung von biologischen Alltagsbezügen oder das Aufwerfen eines biologisch-naturwissenschaftlichen Problems aus. Deutlich davon abweichend sind allgemeindidaktische Unterrichtseinstiege, wie *der Lehrer kann Begeisterung und Vorfreude zeigen, auf die Nützlichkeit des kommenden verweisen, auf die Zeitknappheit hinweisen oder höchste Konzentration einfordern*, wie sie z. B. bei Brophy et al. (1983) beschrieben werden.

Im Rahmen dieser Studie, in der ausschließlich fachspezifische Unterrichtseinstiege eine Rolle spielen, konnte gezeigt werden, dass die Biologielehrkräfte der Stichprobe Unterrichtseinstiege typischerweise durch eine Wiederholung der Inhalte, durch die Bekanntgabe der Ziele der Unterrichtsstunde, durch Alltagsbezüge, durch die Betonung der Handlungsorientierung (z. B. Experimente, Spiele) oder durch das Aufwerfen von Problemen, beispielsweise mit Hilfe von kognitiven Konflikten. Ergebnisse der Vorstudien und der Teilstudie zur Validierung der Videosequenzen (s. Kapitel 6.2.1, S. 163) lassen darauf schließen, dass es sich bei diesen typischen Möglichkeiten des Unterrichtseinstiegs um die vollständige Beschreibung aller Varianten, zumindest im Hinblick auf die in den Fragebögen beschriebenen Fallbeispiele, handelt.

Die zweite betrachtete Unterrichtssituation, der Umgang mit Experimenten, bezieht vor allem die von der Lehrkraft beabsichtigte Funktion eines eingesetzten Experiments im Unterricht in die Betrachtung ein. Ist es beispielsweise prototypisch für eine befragte Biologielehrkraft im Rahmen der geschilderten Fallbeispiele die Kooperation zwischen

Schülern während der Durchführung eines Experiments zu fördern, sollen die Schüler mehr oder weniger aktiv am naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg beteiligt werden oder plant die Lehrkraft vornehmlich Hypothesen überprüfende Experimente bzw. Bestätigungsexperimente durchzuführen? Diese Wahlmöglichkeiten stellen typische Entscheidungsprobleme bei der Unterrichtsplanung einer Biologielehrkraft dar (s. Kapitel 2.3.5.2, S. 64).

Die dritte im Rahmen dieser Arbeit betrachtete Unterrichtssituation ist der Umgang einer Biologielehrkraft mit fachlich falschen Schülervorstellungen. Hierzu konnte gezeigt werden, dass Lehrkräfte in dieser Situation prototypisch handeln, indem sie nach Feststellung der Schülervorstellung bereits bekannte Inhalte aus dem Unterricht selbst wiederholen oder wiederholen lassen, indem sie einen Transfer zu einem anderen biologischen Beispiel herstellen oder indem sie zur Wiederholung der Inhalte das verwendete Medium bzw. die Darstellungsform ändern. Weitere Möglichkeiten bestehen in dem Aufwerfen eines Problems z. B. in Form eines kognitiven Konflikts oder im Ignorieren der Schülervorstellung. Letzteres lässt sich zwar aus statistischer Sicht als prototypisches Handeln einer Biologielehrkraft beschreiben, inhaltlich gesehen, ist diese Vorgehensweise jedoch sozial höchst unerwünscht. Nur eine Lehrkraft der Stichprobe gab diese Möglichkeit zur Reaktion auf eine Schülervorstellung als prototypisch für ihr eigenes Handeln an. Diese Skala wird daher nicht für weitere Studien verwendet.

Auch für den Umgang mit Experimenten und Schülervorstellungen lassen die Ergebnisse der Vorstudien und der Teilstudie zur Validierung der Videosequenzen darauf schließen, dass es sich bei diesen typischen Handlungen, um die vollständige Beschreibung aller Varianten im Hinblick auf die beschriebenen Fallbeispiele handelt (s. Kapitel 2.3.5.2, S. 64).

Nach Identifizierung und Ausschluss inhaltsspezifischer prototypischer Routinen von Biologielehrkräften wurden sieben verbleibende, inhaltsunspezifische Konstrukte zur Klassifizierung von Mustern prototypischer Routinen herangezogen. Diese Muster stellen das Ergebnis der Gruppierung der teilnehmenden Probanden mit Hilfe der k-means-Clusteranalyse dar. Alle Lehrkräfte der Stichprobe können den beiden ermittelten Mustern zugeordnet werden. Diese Muster prototypischer Routinen von Biologielehrkräften lassen sich als Teilsequenzen eines Unterrichtsskripts verstehen, wie Sie auf vergleichbare Weise in den TIMS-Studien dargestellt werden (Baumert et al. 1997b; Roth et al., 2006). Eine vollständige Beschreibung eines Unterrichtsskripts mit Hilfe

prototypischer Routinen müsste alle beobachtbaren Handlungen einer Lehrkraft innerhalb dieses Unterrichtsskripts einbeziehen und in Form eines Musters bzw. einer Abfolge prototypischer Handlungen darstellen. Dazu wäre es zunächst nötig, noch weitere Unterrichtssituationen in denen Biologielehrkräfte prototypisch handeln, zu identifizieren und die jeweils zugehörigen prototypischen Routinen zu beschreiben. Die drei in der vorliegenden Studie betrachteten Unterrichtssituationen reichen für eine vollständige Beschreibung eines Unterrichtsskripts nicht aus. Dennoch stellen sie typische, wiederkehrende Sequenzen einer Biologieunterrichtsstunde dar. So sind die hier betrachteten typischen Unterrichtssituationen als Teilsequenzen in den von Roth et al. (2006) im Rahmen der TIMS-Video-Studie 1999 beschriebenen landesspezifischen Verlaufsmustern des Unterrichts wiederzufinden. Beachtenswert ist jedoch, dass es sich bei den in der TIMS-Video-Studie 1999 beschriebenen Skripten um typische Verläufe von naturwissenschaftlichem Unterricht im Allgemeinen und nicht speziell um die des Biologieunterrichts handelt.

Setzt man die ermittelten Mustern prototypischer Routinen dieser Studie (s. Kapitel 5.5.1, S. 152) in Beziehung zu den Ergebnissen der TIMS-Video-Studie 1999 (s. Kapitel 2.3.2.2, S. 51) so fallen folgenden Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf:

Typisch für den tschechischen naturwissenschaftlichen Unterricht ist die Betonung des Fachinhalts in allen Phasen des Unterrichts, besonders auch zu Beginn der Unterrichtsstunde (Roth et al., 2006). In einigen Unterrichtsstunden wird insbesondere Wert auf die Vernetzung der gelernten Konzepte gelegt. Dies deckt sich mit der Beobachtung der vorliegenden Studie, dass Biologielehrkräfte, die der *informierenden Routine* häufig folgen, zu Beginn der Unterrichtsstunde die Inhalte der vorangegangenen Unterrichtsstunde wiederholen und mit den Zielen der konkreten Stunde in Beziehung setzen.

Dagegen zeichnet sich der niederländische naturwissenschaftliche Unterricht besonders durch selbstständiges Arbeiten der Schüler aus (Roth et al., 2006): Die Schüler beschäftigen sich oft längerfristig selbstständig mit naturwissenschaftlichen Problemen, die sie in Lerntagebüchern dokumentieren. Auch praktische Arbeiten werden von den Schülern häufig selbstständig durchgeführt. Unterrichtsgespräche im gesamten Klassenverband finden vor allem zur Hausaufgabenbesprechung und zum Vergleich von Ergebnissen statt.

Dies ist mit der Beobachtung in der vorliegenden Studie vergleichbar, dass Lehrkräfte die der problemorientierten Routine zugeordnet werden, häufig angeben, Schülern viele Freiheiten bei der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten zu lassen und zumeist Hypothesen überprüfende Experimente im Unterricht anstreben. Ähnliche Betonung der Problemorientierung beim Unterrichtseinstieg und bei der Durchführung von Experimenten gelten sowohl für den japanischen als auch für den australischen naturwissenschaftlichen Unterricht, wobei beim australischen Unterricht zusätzlich noch der Einbeziehung von Alltagsphänomenen eine Rolle spielt.

Auf diese Weise lassen sich alle in der vorliegenden Arbeit beschriebenen typischen Unterrichtssituationen einer Biologieunterrichtsstunde und die dazugehörigen prototypischen Routinen einer Lehrkraft in dieser Unterrichtssituation, den in TIMS-Video-Studie 1999 beschriebenen Skripts zuordnen, allerdings reichen sie nicht für die vollständige Beschreibung dieser Skripts aus.

Betrachtet man nicht nur einzelne prototypische Routinen, sondern die identifizierten Muster als Ganzes und geht man von der Annahme aus, dass erfahrene Biologielehrkräfte stabile Routinen bzw. stabile prototypische Routinen in ihrem Unterricht zeigen (vgl. Kapitel 2.3.4, S. 58), entspricht der Unterricht der Biologielehrkräfte, der Gruppe *informierende Routine* zugeordnet werden, weitgehend dem Unterricht, der in verschiedenen Studien als lehrerzentriert und in dem das Unterrichtsgespräch dominiert bezeichnet wird (vgl. u. a. Baumert & Köller, 2000; Kobarg, 2009; Pauli & Lipowsky, 2007). Dieser lehrerzentrierte Unterricht ist besonders für deutsche Lehrer seit langer Zeit typisch und zeichnet sich dadurch aus, dass die Lehrkraft versucht, ihren Schülern den Wissenskanon auf mehr oder weniger direkte Art und Weise beizubringen (Klippert, 2004, S. 27; Baumert, 1997). Klippert (2004, S. 29) bewertet dieses lineare Verlaufsmuster von Unterricht, bei dem die Schüler oft eher passiv sind, als zeiteffizient, allerdings wenig nachhaltig. Andererseits zeichnet sich dieser Unterricht auch durch seine Klarheit und Strukturiertheit aus, welches in vielen Studien als das entscheidende Unterrichtsqualitätsmerkmal genannt wird (Helmke, 2009, S. 191–200). Im Hinblick auf die genannten Studien wäre zu erwarten gewesen, dass die an der Studie teilnehmenden Lehrkräfte ebenfalls überwiegend der *informierenden Routine* zugeordnet werden, allerdings wurden nur etwas weniger als die Hälfte der Biologielehrkräfte der Stichprobe diesem Muster zugeordnet. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass an der vorliegenden Studie zumeist Biologielehrkräfte mit

naturwissenschaftlichem Zweitfach beteiligt waren (s. Kapitel 5.5.3, S. 156), während es sich in den genannten Studien zumeist um Mathematiklehrkräfte handelte.

Der Unterricht der Biologielehrkräfte, die der Gruppe *problemorientierte Routine* folgen, handeln ihrer Aussage nach weitgehend dem Unterricht entsprechend, der in der TIMS-Video-Studie 1999 (Roth et al., 2006) ebenfalls als problemorientiert beschrieben wird. Dies gilt beispielsweise für den japanischen Unterricht, bei dem die Lehrkräfte sehr viel Wert auf das Lösen komplexer Probleme legen. Allerdings stellt der problemorientierte Unterricht nicht zwangsläufig den optimalen Unterricht dar. Dem deutschen problemorientierten Unterricht liegt nicht selten das unterrichtliche Grundmuster des *fragend-entwickelnden* Unterrichts zugrunde. Für den fragend-entwickelnden Unterricht ist typisch, dass die Lehrkraft in der Regel mit einem komplexen Problem beginnt

„und dieses Problem soll sozusagen bearbeitet, gelöst werden, ohne dass die Schüler wissen, was das Ziel der Stunde ist. Das ist das Dumme dabei. Die Schüler sollen mitspielen, ohne die Spielregeln zu kennen, d. h. sie tasten sich an die Idee des Lehrers assoziativ durch erste Antworten heran, bis sozusagen das Problem so klein und trivialisiert wird, bis der Schüler ja oder nein sagt oder einen Satz abruft, den er vorher auswendig gelernt hat.“ (Baumert, 2003 zitiert nach Klippert, 2004, S. 28).

Diese Ausführungen sowohl zur *informierenden Routine* als auch zur *problemorientierten Routine* sollen zeigen, dass weder die eine Beschreibung noch die andere Beschreibung eines Musters „guten Unterrichts“ definieren kann. Guter Unterricht ist eben nicht gleichzusetzen mit der maximalen Ausprägung einer oder mehrerer der genannten prototypischen Routinen. Guter, erfolgreicher Unterricht kann sich immer auch durch völlig anders zusammengesetzte Muster prototypischer Routinen äußern, wobei Defizite einer Lehrkraft beim Handeln in der einen Unterrichtssituation durch Stärken in einer anderen Situation kompensiert werden können. Somit kann es weder die eine „richtige“ prototypische Routine, noch das einzig „richtige“ Muster prototypischer Routinen geben.

Die hier vorgenommene Unterscheidung von inhaltspezifischen und den eher stabilen inhaltsunspezifischen prototypischen Routinen ist nicht zuletzt auch der Annahme geschuldet, dass Lehrkräfte in unterschiedlichen unterrichtlichen Kontexten situationsangemessen reagieren und von ihren Routinen abweichen können (Groeben et

al., 1988; Scheele et al., 1998; Wahl, 1991, Wahl, 2002; Baumert, 2001). Für die Abweichung kommen Faktoren wie Unterrichtsinhalte, Lehr- und Lernziele, Gruppenzusammensetzung oder andere Situationen, die schnelles, nicht routinisierendes Handeln erfordern (s. Kapitel 2.2.6, S. 40), in Frage. Das Vermögen, Routinen zu ändern oder bewusst einzusetzen, bzw. neue Routinen aufzubauen stellt einen Ausdruck für das professionelle, fachdidaktische Wissen einer Lehrkraft dar.

In Video-Studien, wie z. B. *VAST* (*Video Analysis Support Tool*), deren Ziel die Verbesserung der Beobachtungsfähigkeit von Lehrkräften zur Förderung des professionellen Wissens und des unterrichtlichen Handelns war, konnten Hinweise auf eine Verbesserung der Beobachtungsfähigkeit durch das Computerprogramm VAST gezeigt werden (van Es & Sherin, 2002; s. Kapitel 2.2.6, S. 40). Die im Rahmen der vorliegenden Studie beschriebenen Muster prototypischer Routinen, können, vergleichbar dem Ansatz in *VAST*, als professionelle Anleitung bei der Unterrichtsbeobachtung dienen, um es den Lehrkräften durch die individuelle Reflexion zu erleichtern, zwischen für das Lernen relevanten Unterrichtsbegebenheiten und Irrelevanten zu unterscheiden. Die Fortbildung mit dem Computerprogramm *PRoBiL* sollte, vergleichbar zum Programm *VAST*, die Fokussierung der Aufmerksamkeit der Lehrkräfte auf lernrelevante Ereignisse erreichen, in dem sie drei Phasen durchlaufen:

1. Identifizieren kritischer Situationen
2. Verknüpfung der beobachteten Situationen mit allgemeinen Prinzipien des Lehrens und Lernens
3. Nutzung des Wissens über die Situation, um Begründungen zu formulieren. Anschließend können die Lehrkräfte Rückschlüsse aus dem Beobachteten für das unterrichtliche Verhalten ziehen

Diese Schritte sind angelehnt an die von Wahl (2002) und Helmke (2009, S. 314) vorgeschlagene Vorgehensweise zur Veränderung Subjektiver Theorien von Lehrkräften (s. Kapitel 2.2.6, S. 40). Die Schritte eins und zwei können dabei durch *PRoBiL* geleistet werden, Schritt drei sollte ohne *PRoBiL* erfolgen z. B. im Rahmen einer kollegialen Fortbildung, die das „stützende Netzwerk“ bildet (Helmke, 2009, S. 314).

Beim Vergleich der Häufigkeiten von Zuordnungen der Lehrkräfte aus der Stichprobe zu den identifizierten Mustern prototypischer Routinen konnten im Hinblick auf das Geschlecht, das Zweitfach und die Berufserfahrung keinerlei signifikante Unterschiede festgestellt werden (s. Kapitel 5.5.3, S. 156). Dies ist zumindest für das letztgenannte

demographische Merkmal contraintuitiv. In einigen Studien wurde der zeitliche Verlauf der Routinisierung im Lehrerberuf beschrieben. Z. B. Huberman (1989, zitiert nach Krapp et al. 2006, S. 325) zeigt, dass Lehrkräfte erst nach etwa sechs Jahren ihre Routinen soweit entwickelt und sich soweit stabilisiert, haben „dass Unterricht nicht mehr zum täglichen Kampf gerät“. Erfahrenere Lehrkräfte zwischen ca. 7-18 entwickeln, aufbauend auf ihre stabilen Routinen, anschließend weiterhin neue Unterrichtsstrategien aus oder Überdenken den Umgang mit ihren Schülern.

Daher wurde in der vorliegenden Arbeit erwartet, dass statistisch relevante Zuordnungsunterschiede in Abhängigkeit von der Berufserfahrung festzustellen gewesen wären. Eine andere Annahme, die in diesem Zusammenhang überprüft werden sollte war, dass unerfahrene Biologielehrkräfte (0-5 Jahre Berufserfahrung) häufiger der problemorientierten Routine als der informierenden Routine zugeordnet werden können, da dieser Unterricht in der fachdidaktischen Literatur nicht selten als „moderner“ Unterricht dargestellt wird. Außerdem wurde die Hypothese überprüft, ob erfahrene Biologielehrkräfte (> 5 Jahre Berufserfahrung) signifikant häufiger der informierenden Routine zugeordnet werden. Zudem wurde die Annahme überprüft, ob zwischen den Gruppen *unerfahren* und *erfahren* signifikante Unterschiede in der Zuordnung zu den beiden Mustern bestehen. Alle Hypothesen müssen abgelehnt werden. Vergleichbare Hypothesen wurden auch für die Häufigkeit der Zuordnung in Abhängigkeit vom Zweitfach der Lehrkraft aufgestellt, auch diese müssen verworfen werden.

Dass innerhalb der betrachteten Gruppen (erfahren, unerfahren; Chemie als Zweitfach, naturwissenschaftliches Zweitfach, alle übrigen Fächer) keinerlei statistisch relevante Unterschiede in der Häufigkeit der Zuordnungen zu finden sind, ist entweder ein Hinweis darauf, dass es keinerlei systematische Zusammenhänge bezüglich der betrachteten Merkmale gibt oder dass die beschriebenen prototypischen Routinen tatsächlich inhaltsunspezifische, vielleicht sogar personenspezifische Routinen von Biologielehrkräften beschreiben. Es wäre denkbar, dass die Präferenzen einer Lehrkraft für bestimmte prototypische Routinen in den dargestellten Unterrichtssituationen vollständig individuell repräsentiert und überdauernd sind. Dies würde sich mit den theoriegeleiteten Annahmen von Blömeke et al. (2003) decken, die vermuten, dass den Handlungen im Unterricht „mental gespeicherte Handlungsverläufe zugrunde liegen, die sich in wiederholten, strukturell ähnlich verlaufenden Unterrichtsschritten niederschlagen“. Diese individuellen Vorstellungen von Handlungsabläufen, die auf

Subjektive Theorien zurückgehen, werden situationsspezifisch abgerufen und möglicherweise bereits durch die eigene Schulerfahrung erworben (Calderhead, 1996).

Zudem wäre dies eine mögliche Erklärung für die Beobachtung, dass die Berufserfahrung keinen Einfluss auf die Zuordnung zu einem Muster prototypischer Routinen zu haben scheint, da die zugrunde liegenden Vorstellungen schon viel früher, nämlich während der eigenen Schulzeit, angelegt wurden (u. a. Wahl, 2006, S. 9–28; Blömeke et al., 2003; Killermann et al., 2008, S. 61).

Zusätzlich spielt vielleicht eine Rolle, dass die in den Fragebögen verwendeten Fallbeispiele für einige Lehrkräfte keine Unterrichtssituation darstellten, die Zugriff auf ihre subjektiv theoretischen Wissensbestände zuließen. In Studien konnte gezeigt werden, dass routiniertes Expertenhandeln stark bereichsspezifisch und vom Ausmaß der Vorerfahrung einer Lehrkraft bestimmt ist. Konfrontiert man Lehrkräfte beispielsweise mit einer neuen Unterrichtsmethode, lassen sich Verhaltensmuster beobachten, die denen von Anfängern ähneln (Rich, 1993 zitiert nach Bromme et al., 2006, S. 320. Somit wäre erklärbar, weshalb keine Unterschiede zwischen den Gruppen *unerfahren* und *erfahren* bestehen.

7.2 Methodendiskussion

Zur Erreichung des Ziels, prototypische Routinen von Biologielehrkräften zu identifizieren und zu beschreiben, musste ein passendes Testinstrument, hier in Form eines Fragebogens, entwickelt und validiert werden. Da für den Biologieunterricht weder in der Literatur noch in Vorarbeiten Informationen zu dieser Problemstellung existieren, erfolgte die Testinstrumentsentwicklung in mehreren Schritten auf empirisch-induktivem Weg (Bortz & Döring, 2006, S. 31, 300).

In den ersten beiden Teilstudien schien die Kombination der Vorteile des halbstandardisierten Interviews und eines Fragebogens zur Erhebung von Unterrichtssituationen, in denen Biologielehrkräfte prototypisch handeln, sinnvoll, da diese Methoden u. a. geeignet sind, Subjektive Theorien von Lehrkräften zu erfassen (Fischler, 2001b; s. Kapitel 2.2.4, S. 26). Zunächst wurden Unterrichtssituationen, die Biologielehrkräfte für prototypisch für ihren Unterricht einstufen, mit Hilfe von Interviews und einem standardisierten Fragebogen identifiziert.

Diese Unterrichtssituationen stellen sowohl in den Augen der befragten Biologielehrkräfte als auch aus fachdidaktischer Perspektive typische, fachspezifische Unterrichtssituationen des Biologieunterrichts dar (Berck & Graf, 2005; Spörhase-Eichmann et al. 2008; Killermann et al., 2008; s. inhaltliche Validierung Kapitel 6.2.1, S. 163).

Hieraus resultierte ein offener, halbstandardisierter Fragebogen für Biologielehrkräfte, der in einem zweiten Schritt Aufschluss über die Unterschiede zwischen den Lehrkräften in den identifizierten prototypischen Routinen geben sollte. Der eingesetzte Fragebogen und das Interview sollten gleichermaßen zur Erhebung von individuellen oder gruppenbezogenen Ansichten und Einstellungen der Lehrkräfte in Bezug auf relevante Unterrichtssituationen, in denen sie prototypisch handeln, dienen. Durch die Kombination von Interviews und Fragebogen sollte außerdem erreicht werden, dass die erhobenen Vorstellungen möglichst den tatsächlichen Handlungsorientierungen der Lehrkräfte entsprechen, was durch den alleinigen Einsatz eines Fragebogens möglicherweise nicht der Fall gewesen wäre.

Die Verwendung von Fallbeispielen im Rahmen der Fragebögen (Schritt 2 bis 4) gehen auf die Erkenntnisse von Studien zurück, in denen gezeigt wurde, dass Lehrkräfte je nach Unterrichtsinhalt oder Reaktion der Schüler von ihren Routinen abweichen (Groeben et al., 1988; Scheele et al., 1998; Wahl, 1991, Wahl, 2002; Baumert, 2001). Dies macht deutlich, dass Routinen nur dann theoretisch adäquat rekonstruiert werden

können, wenn kognitive Prozesse, insbesondere die Situationsauffassung, in die Analyse einbezogen werden (Bromme et al., 2006, S. 320). Die verwendeten Fallbeispiele sollten die Unterrichtssituationen so umfassend wie möglich beschreiben und somit ermöglichen, dass Lehrkräfte bei der Beantwortung der Fragen auf ihre subjektiv-theoretischen Wissensbestände zurückgreifen.

Durch die zur Bestimmung prototypischer Routinen verwendete Methodik in Schritt zwei (s. Kapitel 4.4, S. 87) war zunächst noch unklar, inwiefern es sich bei den beschriebenen Skalen um reliable Messinstrumente handelte. Daher wurden diese im dritten Schritt der Untersuchung in einen geschlossenen Fragebogen überführt und die innere Konsistenz bestimmt. In Untersuchungsschritt vier wurden weitere Kennwerte, wie die Trennschärfe und ein Schwierigkeitsindex, bestimmt (Bortz & Döring, 2006, S. 219–220; Lienert & Raatz, 1998, S. 73–74; s. Kapitel 4.6, S. 95).

Von insgesamt 13 Skalen wurden sieben zur Clusterung und damit zur Bestimmung von Mustern prototypischer Routinen von Biologielehrkräften herangezogen. Diese sieben Skalen zeigen gute bis akzeptable Kennwerte hinsichtlich ihrer Trennschärfe und inneren Konsistenz. Sie sind somit nach der der klassischen Testtheorie als Bestandteil eines Fragebogens geeignet und können in folgenden Studien unabhängig von den übrigen 76 Items eingesetzt werden (Gulliksen, 1950; Lord & Novick, 1968). Jede der sieben Skalen besteht aus jeweils drei Items und sollte in zukünftigen Untersuchungen durch weitere Items erweitert werden, um die zugrunde liegenden Konstrukte weiter zu präzisieren.

Die Unterscheidung zwischen *inhaltspezifischen* und *inhaltsunspezifischen prototypischen Routinen* in Schritt drei (s. Kapitel 4.5, S. 91) schien im Hinblick auf das Erreichen der Ziele der vorliegenden Studie notwendig, da davon ausgegangen wurde, dass nur inhaltsunspezifische prototypische Routinen Hinweise auf mentale Skripts bzw. Subjektiven Theorien von Lehrkräften zulassen (Wahl, 2002; Helmke, 2009, S. 314).

Die definierte Grenze von $r > 0,5$ zur Unterscheidung inhaltspezifischer und inhaltsunspezifischer prototypischer Routinen schien aus Testkonstruktionsgesichtspunkten sinnvoll, da dieser Wert einerseits dem in der Literatur verwendeten Grenzwert zwischen einer mittleren und einer hohen Korrelation entspricht (Bortz & Döring, 2006, S. 606), und da mit diesem Grenzwert andererseits die Anzahl der Skalen in etwa halbiert wurde. Die geringere Anzahl von Items erhöht die Wahrscheinlichkeit bei einer Clusteranalyse eine stabile Lösung zu erhalten (Bacher, 2002; Bortz, 2005, S.

578). In der vorliegenden Arbeit ist eine stabile Lösung mit wenig Clustern aus inhaltlichen Gründen einer Klassifikation mit vielen Clustern vorzuziehen (s. u.). In anschließenden Studien ist es jedoch empfehlenswert, durch die Verwendung weiterer typischer biologischer Inhaltsbereiche die Auswahl der inhaltsunspezifischen prototypischen Routinen weiter zu validieren.

Im dritten Schritt der vorliegenden Studie offenbarte sich ein typisches Problem bei der Verwendung von Likert-Skalen im Rahmen von Fragebögen. Denn die teilnehmenden Lehrkräfte wählten als Antwortmöglichkeit der einzelnen Items zumeist mittlere Ausprägungen, wie *das kommt meinem Unterricht nah* oder *das ist meinem Unterricht fern*. Zudem ergab sich ein weiteres Problem dieses Antwortverhaltens bei der Auswertung der im Fragebogen verwendeten Fallbeispiele. Beantwortete eine Lehrkraft beispielsweise die fünf zum Fallbeispiel *Unterrichtseinstiege* zugehörigen Items jeweils mit der gleichen Ausprägung *das kommt meinem Unterricht nah*, so war dieser Datensatz im Hinblick auf die Zielstellung der Studie, prototypische Unterschiede zwischen Lehrkräften festzustellen, nicht brauchbar, da er keine für eine clusteranalytische Klassifikation notwendige Varianz bietet. Insbesondere ergeben sich daraus Probleme bei der Verwendung der euklidischen Metrik als Abstandsmaß (Bortz, 2005, S. 569; 4.6, S. 103). Die Lösung dieses Problems erfolgte durch die Verwendung einer Reihenfolgenfunktion im Rahmen eines elektronischen Online-Fragebogens. Im Rahmen dieses Fragebogens wurden die Lehrkräfte gebeten die Auswahlmöglichkeiten zu einem Fallbeispiel, mittels einer *Drag and Drop*-Funktion in die von Ihnen präferierte Reihenfolge zu bringen (4.6, S. 95).

Für die anschließende Clusteranalyse musste beachtet werden, dass die Daten der Stichprobe möglichst untereinander unkorreliert sein sollten, damit sie das Spur-W-Varianzkriterium erfüllen und bei der Fusionierung durch den verwendeten Algorithmus nicht unterschiedlich gewichtet werden (Backhaus et al., 2006, S. 528). Eigenschaften, die durch korrelierte Merkmale erfasst werden, beeinflussen die Distanz zueinander stärker als unkorrelierte Eigenschaften (Bortz, 2005, S. 569; Donoghue, 1995). Die durch das beschriebene verwendete Antwortformat in der vorliegenden Studie erzeugten korrelierten Daten, können jedoch trotzdem zur Klassifikation verwendet werden. Wie Bortz (2005, S. 569) argumentieren, muss zunächst immer aus inhaltlichen Gründen entschieden werden, welche Methode zur Klassifikation am ehesten geeignet ist, und weiterhin muss entschieden werden, ob eine inhaltliche Übergewichtung durch korrelierte Daten bestehen bleiben kann. Es wurde bei der Auswertung durch zu

erwartende Übergewichtung der korrelierten Daten daher damit gerechnet, dass besonders Gruppen mit wenigen Elementen nur schlecht voneinander zu unterscheiden sind. Allerdings ist zu bedenken, dass die in der Literatur beschriebene Übergewichtung von korrelierten Daten im vorliegenden Fall auch daher zu vernachlässigen ist, da nicht nur Teile des Datensatzes untereinander korreliert sind, sondern alle Daten im gleichen Maße voneinander abhängig sind. Außerdem gelten alle im Rahmen der Studie verwendeten Clusterverfahren als robust gegenüber der Verletzung von Voraussetzungen wie z. B. der Normalverteilung, der Korrelation der Daten untereinander oder dem Skalenniveau (Brosius, 2008, S. 545; Janssen & Laatz, 2007, S. 458; SPSS 2001).

Auch wenn die in der Studie verwendeten Clusteranalyseverfahren als zuverlässig in ihrer Zuordnung gelten (Bortz, 2005, S. 580) ist eine Überprüfung der Ergebnisse sinnvoll. Hierzu wurden der Vergleich verschiedener Clusterverfahren, Monte-Carlo-Studien und das Split-Half-Verfahren gewählt. Besonders die beiden letztgenannten Verfahren begegnen dem Nachteil der k-means Clusteranalyse: die Abhängigkeit von der Reihenfolge der Objekte (Bortz, 2005, S. 580). Durch die Variation der Startwerte in den Monte-Carlo-Studien und der zufälligen Unterteilung der Stichprobe in zwei Hälften und der anschließenden Clusterung, konnte dieser Nachteil umgangen und gezeigt werden, dass es sich bei der 2-Cluster-Lösung um eine stabile Lösung handelt (s. Kapitel 5.4.1, S. 143).

Die mittels der k-means Clusteranalyse berechneten Profilverläufe zur 3-Cluster-Lösung und 4-Cluster-Lösung sind inhaltlich der 2-Cluster-Lösung sehr ähnlich und können als Aufspaltung letzterer interpretiert werden (s. Kapitel 5.3.4, S. 139). Diese inhaltliche Interpretation ist zusätzlich zur Bestätigung durch verschiedene Modellprüfgrößen ein Nachweis, dass es sich bei der 2-Cluster-Lösung um die am besten interpretierbare, eindeutige und stabilste Lösung handelt, die aus diesem Grunde für alle zukünftigen Studien verwendet werden sollte.

7.3 Zusammenfassung und Ausblick

Aus- und Weiterbildungen von Lehrkräften sollten u. a. zum Ziel haben, inhaltspezifische Lehr- und Lernprozesse theoriebasiert zu reflektieren und darauf aufbauend die Handlungskompetenz für die Gestaltung von Unterricht zu erweitern (Staub, 2005). Diese Ziele werden bei fachspezifisch-pädagogischen Coachings (Staub, 2001) oder auch bei der videobasierten Unterrichtsreflexion (s. Kapitel 2.2.6, S. 40) verfolgt. Allerdings geht die Erweiterung der Handlungskompetenz mit der Veränderung handlungsleitender Kognitionen einher, die sehr stabil gelten und nur schwer veränderbar. Um handlungsleitende Kognitionen von Lehrkräften zu verändern, reicht es in aller Regel nicht aus, sie mit Ergebnissen aus der pädagogischen Forschung zu konfrontieren (Eckerle & Kraak, 1993). Vielmehr ist für eine dauerhafte Veränderung handlungsleitender Kognitionen notwendig, dass Lehrkräfte ihr eigenes Handeln im Unterricht reflektieren (Wood et al., 1991; Prawat, 1992). Es ist daher notwendig alternative Wege zu finden, um Lehrkräfte zur Reflexion des eigenen Unterrichts zu bewegen. Dazu existieren vielfältige, zumeist videobasierte, Ansätze (s. Kapitel 2.2.6, S. 40). Das im Rahmen dieser Studie entwickelte CD-ROM gestützte Programm *PRoBiL* soll diese Funktion im Rahmen von Lehreraus- und -fortbildung übernehmen.

Im Zentrum dieser Arbeit stand die Entwicklung des CD-ROM gestützten Computerprogramms *PRoBiL* zur Reflexion individueller prototypischer Routinen von Biologielehrkräften. Dazu mussten zunächst stabile prototypische Routinen von Biologielehrkräften identifiziert, unterschieden und beschrieben werden. In insgesamt vier Teilstudien wurde zu diesem Zweck ein Testinstrument entwickelt, welches die empirische Unterscheidung der Biologielehrkräfte der Stichprobe in zwei Gruppen mittels prototypischer Routinen zuließ. Eine Gruppe von Lehrkräften kann einem Muster prototypischer Routinen zugeordnet werden, welches als *problemorientierte Routine* bezeichnet wird, die andere Gruppe einem Muster, welches als *informierende Routine* bezeichnet wird.

Biologielehrkräfte, die der problemorientierten Routine zugeordnet werden, zeichnen sich in Unterrichtseinstiegssituationen unabhängig vom Inhalt durch ihre starke Betonung der Problemorientierung bzw. der Verwendung eines kognitiven Konflikts aus. Außerdem scheint es typisch für diese Biologielehrkräfte zu sein, dass sie auf fachlich falsche Schülervorstellungen z. B. durch Verwendung eines kognitiven

Konflikts reagieren. Beim Experimentieren im Unterricht lassen sie ihren Schülern viele Freiheiten, das Experiment bzw. den gesamten naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg mitzugestalten.

Biologielehrkräfte, die der informierenden Routine zugeordnet werden, bevorzugen es beim Unterrichtseinstieg die Schüler über die Inhalte und Ziele der folgenden Unterrichtsstunde zu informieren oder einen handlungsorientierten Unterrichtseinstieg zu wählen. Stellen Sie während des Unterrichts eine fachlich falsche Schülervorstellung fest, neigen sie dazu bereits besprochene Unterrichtsinhalte selbst zu wiederholen oder von Mitschülern wiederholen zu lassen. Bei der Durchführung von Experimenten im Unterricht geben sie Schülern bevorzugt Experimentieranleitungen aus Schulbüchern oder anderen Unterrichtsmaterialien.

In weiteren Studien sollte gezeigt werden, dass sich die beschriebenen prototypischen Routinen im Unterricht der Lehrkräfte beobachten lassen, um die Reichweite der Beschreibungsmöglichkeiten von Unterricht durch prototypische Routinen zu vergrößern.

Die ermittelten prototypischen Routinen wurden in kurze Videosequenzen überführt, die prototypisches Handeln von Biologielehrkräften bei Unterrichtseinstiegen, im Umgang mit Experimenten und Schülervorstellungen zeigen. Die Videosequenzen, die anschließend in *PRoBiL* integriert wurden, sollen Biologielehrkräften in der Lehreraus- und -weiterbildung als Reflexionsanlass des eigenen Handelns und Unterstützung dienen, das eigene Handeln zielgerichtet zu hinterfragen.

Das Programm *PRoBiL* soll Lehrkräfte in Reflexionsprozessen über individuelle prototypische Routinen unterstützen, um so auch die Tiefenstruktur ihres Unterrichts zu hinterfragen und ggf. zu verändern. Das Bewusstmachen der eigenen prototypischen Routinen und das Kennenlernen prototypischen Routinen anderer Lehrkräfte kann im Rahmen von geeigneten Lehrerfortbildungskonzepten dazu genutzt werden, das Repertoire an Handlungsalternativen in fachspezifischen Kontexten zu erhöhen. Lässt man Lehrkräfte ohne besonderen Arbeitsauftrag Unterricht beobachten, beschränken sich ihre Kommentare oft eine Beschreibung des Geschehenen (van Es & Sherin, 2002). Zumeist sind dies Beobachtungen des Verhaltens und der Inhalte der auf der Ebene der Sichtstruktur (Sherin & Han, 2004). Dies bedeutet auch, dass, wie Ergebnisse dieser Studien belegen, dass Lehrkräfte, die Unterricht ohne Anleitungen beobachten selten Bezüge zu ihren subjektiv theoretischen Wissensbeständen herstellen.

Die Ermittlung verschiedene Muster prototypischen Handelns bei Lehrkräften mittels *PRoBiL*, könnte im Rahmen von Lehrerfortbildungen dazu genutzt werden, individueller auf die Bedürfnisse der teilnehmenden Lehrkräfte einzugehen.

Es gilt zu überprüfen, inwiefern die Lehrkräfte *PRoBiL* als Reflexionsimpuls im Rahmen von Lehrerfortbildungen akzeptieren. Erste Ergebnisse lassen darauf schließen, dass es sich bei der Verwendung eines Programms dieser Art um einen hochmotivierenden Ansatz zur Reflexion des eigenen Handelns im Rahmen von Lehrerfortbildungen handelt.

Literaturverzeichnis

- Abelson, R. Paul (1979): Differences between belief and knowledge systems. *Cognitive Science*, 3(4), 355–366.
- Aebli, H. (1987): Grundlagen des Lehrens. Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag.
- Aguirre, J. M. & Haggerty, S. M. (1990): Student Teachers' Conceptions of Science and Learning: A Case Study in Preservice Science Education. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Veranstaltung vom 1990.
- Aguirre, J. M.; Haggerty, S. M. & Linder, C. J. (1990): Student Teachers' Conceptions of Science, Teaching and Learning: A Case Study in Preservice Science Education. *International journal of science education*, 12(4), 381–390.
- Alisch, L.-M. (1981): Zu einer kognitiven Theorie der Lehrerhandlung. In: Hofer, Manfred (Hrsg.): Informationsverarbeitung und Entscheidungsverhalten von Lehrern. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 78–108.
- Amelang, M. & Zielinski, W. (2006): Psychologische Diagnostik und Intervention. Berlin: Springer.
- Baalmann, W.; Frerichs, V.; Weitzel, H.; Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2004): Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung - Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7–28.
- Bacher, J. (2002): Clusteranalyse. Anwendungsorientierte Einführung. 2. Aufl. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W. & Weiber, R. (2006): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 11. Aufl. Berlin: Springer.
- Banet, E. & Ayuso, G. Enrique (2003): Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *International journal of science education*, 25(3), 373–408.
- Barth, A.-R. (2002): Handeln wider (besseres) Wissen? Denken und Handeln von Lehrkräften während des Gruppenunterrichts. Hamburg: Dr. Kovac (Schriften zur pädagogischen Psychologie, 2).
- Baumert, J. (1997): Mathematikunterricht im Drei-Länder-Vergleich: Deutschland, Japan und USA. In: Baumert, Jürgen; Lehrke, Manfred (Hrsg.): TIMSS - mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske und Budrich, 215–234.
- Baumert, J. (2001): Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. Vortrag von Prof. Dr. Jürgen Baumert anlässlich des dritten Werkstattgespräches der Initiative McKinsey bildet, am 30. Oktober 2001 im Museum für ostasiatische Kunst, Köln. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung (mpib). Online verfügbar unter <http://www.mpib-berlin.mpg.de/de/aktuelles/bildungsvergleich.pdf>, zuletzt geprüft am 28.10.2009.
- Baumert, J.; Bayrhuber, H.; Brackhahn, B.; Demuth, R.; Durner, H. & Fischer, H. E. et al. (1997): BLK: Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“(60), 1–104.

- Baumert, J. & Köller, O. (2000): Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In: Baumert, Jürgen; Bos, Wilfried; Lehmann, Rainer (Hrsg.): TIMSS/III Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. 2 Bände. Opladen: Leske und Budrich (2), 271–316.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J., Lehmann, R. H. & Lehrke, M. (Hrsg.) (1997a): TIMSS - mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske und Budrich.
- Baumert, J. & Lehrke, M. (Hrsg.) (1997b): TIMSS - mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske und Budrich.
- Berck, K.-H. (1992): Der Einstieg in eine Biologiestunde. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 45(1), 4–48.
- Berck, K.-H. & Graf, D. (2005): Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. 3. Aufl. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- Bergs, S. (1981): Optimalität bei Clusteranalysen. Experimente zur Bewertung numerischer Klassifikationsverfahren. Münster. Westfälische-Wilhelms-Universität.
- Blömeke, S. (2003): Lehren und Lernen mit neuen Medien - Forschungsstand und Forschungsperspektiven. *Unterrichtswissenschaft*, 31(1), 57–82.
- Blömeke, S.; Eichler, D. & Müller, C. (2003): Rekonstruktion kognitiver Strukturen von Lehrpersonen als Herausforderung für die empirische Unterrichtsforschung. Theoretische und methodologische Überlegungen zu Chancen und Grenzen von Videostudien. *Unterrichtswissenschaft*, 31(2), 103–121.
- Bock, H. H. (1980): Clusteranalyse. Überblick und neuere Entwicklungen. *OR Spectrum*, 1(4), 211–232.
- Boei, F.; van Corporaal, A. & van Hunen, W. H. (1989): Describing teacher cognitions with the repgrid. In: Lowyck, Joost; Clark, Christopher M. (Hrsg.): Teacher thinking and professional action. Leuven: Univ.Pr. (Studia paedagogica, 9), 175–192.
- Borko, H.; Jacobs, J.; Eiteljorg, E. & Pittman, M. Ellen (2008): Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 417–436.
- Bortz, J. (2005): Statistik. Für Human- und Sozialwissenschaftler. 6. Aufl. Unter Mitarbeit von René Weber. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Aufl. Heidelberg: Springer.
- Brinkman, F. (1997): Die Bedeutung von vorunterrichtlich geprägten Vorstellungen für das Verständnis von Biologie. In: Bayrhuber, Horst; Gebhard, Ulrich; Gelhaar, Karl-Heinz; Graf, Dittmar; Gropengießer, Harald; Harms, Ute; Kattmann, Ulrich; Klee, Rainer; Schletter, Jens Christoph (Hrsg.): Biologieunterricht und Lebenswirklichkeit. Kiel: IPN (IPN, 150).

- Brinschwitz, T. (2002): Lernervorstellungen von Zellen. Eine Re-Analyse der Befunde empirischer Erhebungen. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 27–40.
- Bromme, R. (1981): Das Denken von Lehrern bei der Unterrichtsvorbereitung. Eine empirische Untersuchung zu kognitiven Prozessen von Mathematiklehrern. Weinheim: Beltz.
- Bromme, R. (1985): Was sind Routinen im Lehrerhandeln? Eine Begriffsklärung auf der Grundlage neuerer Ergebnisse der Problemlöseforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 13(2), 182–192.
- Bromme, R. (1992): Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens. 1. Aufl. Bern: Verlag Hans Huber (Psychologie-Forschung).
- Bromme, R. (1997): Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In: Weinert, Franz Emanuel; Birbaumer, Niels; Graumann, Carl Friedrich (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule. Göttingen: Hogrefe (Pädagogische Psychologie, Bd. 3), 177–212.
- Bromme, R. (2005): The 'Collective Student' as the Cognitive Reference Point of Teachers' Thinking about their Students in the Classroom. In: Denicolo, Pam M.; Kompf, Michael (Hrsg.): Teacher thinking and professional action. London, New York: Routledge, 31–39.
- Bromme, R. & Hömberg, E. (1980): Methodische Probleme und Möglichkeiten der Untersuchung sprachlich gefaßter handlungsregulierender Kognitionen. In: Volpert, Walter (Hrsg.): Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie. Bern: Huber, 105–120.
- Bromme, R. & Hömberg, E. (1981): Die andere Hälfte des Arbeitstages. Interviews mit Mathematiklehrern über alltägliche Unterrichtsvorbereitung. Bielefeld: Institut für Didaktik der Universität Bielefeld (Materialien und Studien, 25).
- Bromme, R.; Rheinberg, F.; Minsal, B.; Winteler, A. & Weidenmann, B. (2006): Die Erziehenden und Lehrenden. In: Krapp, Andreas; Weidenmann, Bernd (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. 5 Aufl. Weinheim: Beltz, 269–356.
- Brophy, J. E. (Hrsg.) (1991): Advances in Research on Teaching. Teacher's knowledge of subject matter as it relates to their teaching practice. A Research Annual. Greenwich: Jai Press.
- Brophy, J. E. (Hrsg.) (2004): Using Video in Teacher Education. Advances in Research on Teaching. London, Amsterdam: Elsevier.
- Brophy, J. E.; Rohrkemper, M. & Rashid, H. Goldberger Michael (1983): Relationships Between Teachers' Presentations of Classroom Tasks and Students' Engagement in Those Tasks. *Journal of Educational Psychology*, 75(4), 544–552.
- Brosius, F. (2008): SPSS 16: das mitp-Standardwerk. 1. Aufl. Heidelberg: REDLINE.
- Bühl, A. (2008): SPSS 16. Einführung in die moderne Datenanalyse. 11. Aufl. München: Pearson Studium.
- Bühner, M. (2006): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. 2. Aufl. München: Pearson Studium.
- Calderhead, J. (1981): Stimulated Recall: A Method for Research on Teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51(2), 211–217.

- Calderhead, J. (1996): Teachers: Beliefs and Knowledge. In: Berliner, David C.; Calfee, Robert C. (Hrsg.): Handbook of educational psychology. New York: MacMillan, 709–725.
- Canal, P. (1999): Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception? *International journal of science education*, 21(4), 363–371.
- Carlsen, W. S. (1987): Why Do You Ask? The Effects of Science Teacher Subject-Matter Knowledge on Teacher Questioning and Classroom Discourse. 20-24.04.1987. Veranstaltung vom 1987. Washington D.C. Veranstalter: Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Carpenter, T. P.; Fennema, E.; Peterson, P. L. & Carey, D. A (1988): Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Students' Problem Solving in Elementary Arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(5), 385–401.
- Carpenter, T. P.; Fennema, E.; Peterson, P. L.; Chiang, C.-P. & Franke, M. L. (1989): Using Knowledge of Children's Mathematics Thinking in Classroom Teaching: An Experimental Study. *American Educational Research Journal*, 26(4), 499–531.
- Chiu, T.; Fang, D.; Chen, J.; Wang, Y. & Jeris, C. (2001): A robust and scalable clustering algorithm for mixed type attributes in large database environment: Proceedings of the seventh ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. San Francisco, California: ACM, 263–268.
- Cranach, M. von (1983): Über die bewußte Repräsentation handlungsbezogener Kognitionen. In: Montada, Leo; Reusser, Kurt; Steiner, Gerhard; Aebli, Hans (Hrsg.): Kognition und Handeln. Hans Aebli zum 60. Geburtstag. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag, 64–76.
- Dann, H.-D. (1992): Subjective theories and their social foundation in education. In: von Cranach, Mario; Doise, Willem; Mugny, Gabriel (Hrsg.): Social representations and the social bases of knowledge. Lewiston, N.Y.: Hogrefe and Huber (Swiss monographs in psychology, 1), 161–168.
- Dann, H.-D. (1994): Pädagogisches Verstehen: Subjektive Theorien und erfolgreiches Handeln von Lehrkräften. In: Reusser, Kurt; Reusser-Weyeneth, Marianne (Hrsg.): Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe. Bern: Verlag Hans Huber (Psychologie-Forschung), 163–182.
- Dann, H.-D. & Barth, A.-R. (1995): Die Interview- und Legetechnik zur Rekonstruktion kognitiver Handlungsstrukturen (ILKHA). In: König, Eckard; Zedler, Peter (Hrsg.): Bilanz qualitativer Forschung. Grundlagen qualitativer Forschung; Methoden. 2 Bände. Weinheim: Deutscher Studienverlag (Band II: Methoden), 31–62.
- Dann, H.-D., Diegritz, T. & Rosenbusch, H. S. (Hrsg.) (1999): Gruppenunterricht im Schulalltag. Realität und Chancen. Erlangen: Universitätsverbund Erlangen-Nürnberg (90).
- Dann, H.-D. & Humpert, W. (1987): Eine empirische Analyse der Handlungswirksamkeit subjektiver Theorien von Lehrern in aggressionshaltigen Unterrichtssituationen. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 18(1), 40–49.
- Dann, H.-D. & Krause, F. (1988): Subjektive Theorien: Begleitphänomen oder Wissensbasis des Lehrerhandelns bei Unterrichtsstörungen? *Psychologische Beiträge*, 30, 269–291.

- Dann, H.-D.; Tennstaedt, K.-C.; Humpert, W. & Krause, F. (1987): Subjektive Theorien und erfolgreiches Handeln von Lehrern/-innen bei Unterrichtskonflikten. *Unterrichtswissenschaft*, 15(3), 306–320.
- Diedrich, M.; Thußbas, C. & Klieme, E. (2002): Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik. In: Prenzel, Manfred; Doll, Jörg (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule. Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Beiheft. Zeitschrift für Pädagogik, Sonderheft Nr. 45. Weinheim: Beltz, 107–123.
- Ditton, H. (2002): Unterrichtsqualität. Konzeptionen, methodische Überlegungen und Perspektiven. *Unterrichtswissenschaft*, 30(3), 197–212.
- Donoghue, J. R. (1995): The Effects of Within-group Covariance Structure on Recovery in Cluster Analysis. 1. The Bivariate Case. *Multivariate Behavioral Research*, 30(2), 227–254.
- Driver, R. (1989): Changing conceptions. In: Adey, Philip (Hrsg.): Adolescent development and school science. New York: Falmer, 79–103.
- Druva, C. Ann & Anderson, R. D. (1983): Science teacher characteristics by teacher behavior and by student outcome. A meta-analysis of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 467–479.
- Duit, R. (1993): Schülervorstellungen und neue Unterrichtsansätze. In: Fachverband Didaktik der Physik (Hrsg.): Didaktik der Physik. Bad Honnef: DPG (20. Jahrestagung des Fachverbandes Didaktik der Physik), 183–194.
- Duit, R. (2004): Schülervorstellungen und Lernen von Physik. Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel. (PIKO-BRIEF, 1). Online verfügbar unter http://www.uni-kiel.de/piko/downloads/piko_Brief_01_Schuelervorstellungen.pdf, zuletzt aktualisiert am 02.07.2004, zuletzt geprüft am 28.10.2009.
- Duit, R. (2006a): Initiativen zur Verbesserung des Physikunterrichts in Deutschland. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*(2/5), 83–96, zuletzt geprüft am 28.10.2009.
- Duit, R. (2006b): Schülervorstellungen und Lernen von Physik. Forschungsergebnisse und die Realität in der Unterrichtspraxis. In: Girwidz, Raimund; Rhöneck, Christoph von (Hrsg.): Lernen im Physikunterricht. Festschrift für Prof. Dr. Christoph von Rhöneck. Hamburg: Dr. Kovac (Didaktik in Forschung und Praxis, 29), 13–22.
- Duit, R. (2007): Vorstellung und Experiment. Von der eingeschränkten Überzeugungskraft experimenteller Beobachtungen. In: Müller, Rainer; Wodzinski, Rita; Hopf, Martin (Hrsg.): Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner. 2. Aufl. Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Duit, R. (2009): Bibliography - Students' Alternative Frameworks and Science Education (STCSE). Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. Unter Mitarbeit von Helga Pfundt. Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel. Online verfügbar unter <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>, zuletzt aktualisiert am 23.03.2009, zuletzt geprüft am 28.10.2009.
- Eckerle, G.-A. & Kraak, B. (1993): Damit Psychologie praktisch wird. Göttingen: Hogrefe.

- Eckes, T. & Rossbach, H. (1980): Clusteranalysen. Stuttgart: Kohlhammer (Standards Psychologie - Teilgebiet Methoden).
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1979): Sprachliche Handlungsmuster. In: Soeffner, Hans-Georg (Hrsg.): Interpretative Verfahren in den Sozial- und Textwissenschaften. Stuttgart: J.B. Metzler Verlag, 243–274.
- Ericsson, K. Anders & Simon, H. Alexander (1980): Verbal Reports as Data. *Psychological Review*, 87(3), 215–251.
- Eschenhagen, D.; Kattmann, U. & Rodi, D. (1998): Fachdidaktik Biologie. 4. Aufl. Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Fennema, E.; Carpenter, T. P.; Franke, M. L.; Levi, L.; Jacobs, V. R. & Empson, S. B. (1996): A Longitudinal Study of Learning to Use Children's Thinking in Mathematics Instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 403–434.
- Fennema, E. & Franke, M. L. (1992): Teachers' knowledge and its impact. In: Grouws, Douglas A. (Hrsg.): Handbook of research on mathematics teaching and learning. A projekt of the National Council of Teachers of Mathematics. New York: MacMillan, 147–164.
- Fischer, D. & Schratz, M. (2005): Videos in der LehrerInnenbildung. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 2, 4–7.
- Fischer, H. E.; Bos, W.; Reyer, T. & Hölrich, N. (2001): Teachers Concepts' and Teaching Strategies in Physics Instruction and their Effects on Instructional Design and Learning Outcomes. In: Psillos, Dimitris; Kariotoglou, Petros; Tselfes, Vasilis; Bisdikian, Garo; Fassouloupoulos, George; Hatzikraniotis, Evripides; Kallery, Maria (Hrsg.): Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society. Thessaloniki, 220–222.
- Fischer, H. E.; Klemm, K.; Leutner, D.; Sumfleth, E.; Tiemann, R. & Wirth, J. (2003): Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 179–208, zuletzt geprüft am 28.10.2009.
- Fischer, H. E.; Reyer, T.; Wirz, C.; Bos, W. & Hölrich, N. (2002): Unterrichtserfolg und Lernerfolg im Physikunterricht. In: Prenzel, Manfred; Doll, Jörg (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule. Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Beiheft. Zeitschrift für Pädagogik, Sonderheft Nr. 45. Weinheim: Beltz, 124–138.
- Fischer, T. (2008): Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. Fallstudien zur Unterrichtspraxis. Berlin: Logos Verlag (Studien zum Physik- und Chemielernen, 82).
- Fischler, H. (1996): Barrieren in der Lehrerbildung: Lern- und Lehrprobleme in der fachdidaktischen Ausbildung. In: Lompscher, Joachim; Mandl, Heinz (Hrsg.): Lehr- und Lernprobleme im Studium. Bedingungen und Veränderungsmöglichkeiten. 1. Aufl. Bern: Verlag Hans Huber, 209–236.
- Fischler, H. (2000a): Über den Einfluß von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik. Teil 2: Ergebnisse der Untersuchung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 6, 79–95.
- Fischler, H. (2000b): Über den Einfluß von Unterrichtserfahrungen auf die Vorstellungen vom Lehren und Lernen bei Lehrerstudenten der Physik. Teil 1: Stand

- der Forschung sowie Ziele und Methoden einer Untersuchung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 6, 27–36.
- Fischler, H. (2001a): Teaching Expertise and Teaching Scripts: Conditions for their Modification. In: Psillos, Dimitris; Kariotoglou, Petros; Tselfes, Vasilis; Bisdikian, Garo; Fassoulopoulos, George; Hatzikraniotis, Evripides; Kallery, Maria (Hrsg.): Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society. Thessaloniki, 214–216.
- Fischler, H. (2001b): Verfahren zur Erfassung von Lehrer-Vorstellungen zum Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 7, 105–120.
- Franke, M. L.; Carpenter, T. P.; Levi, L. & Fennema, E. (2001): Capturing Teachers' Generative Change: A Follow-Up Study of Professional Development in Mathematics. *American Educational Research Journal*, 38(3), 653–689.
- Freire, A. Maria & Sanches, M. de Fátima Chorão C. (1992): Elements for a Typology of Teachers' Conceptions of Physics Teaching. *Teaching and Teacher Education*, 8(5/6), 497–507.
- Füller, F. (1992): Biologische Unterrichtsexperimente. Bedeutung und Effektivität. München: Institut für die Didaktik der Biologie (Münchner Schriften zur Didaktik der Biologie, 8).
- Geißler, K. A. (2005): Anfangssituationen. Was man tun und besser lassen sollte. 10. Aufl. Weinheim: Beltz.
- Giegler, H. & Rost, J. (1993): Typenbildung und Responsesets beim Gießen-Test: Clusteranalyse versus Analyse latenter Klassen. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 14(3), 137–152.
- Graf, E. (1995a): Unterrichtseinstiege im Biologieunterricht (Teil 1). *Biologie in der Schule*, 44(1), 1–6.
- Graf, E. (1995b): Unterrichtseinstiege im Biologieunterricht (Teil 2). *Biologie in der Schule*, 44(2), 74–77.
- Graf, E. (1995c): Unterrichtseinstiege im Biologieunterricht (Teil 3). *Biologie in der Schule*, 44(3), 129–136.
- Graf, E. (1995d): Unterrichtseinstiege im Biologieunterricht (Teil 4). *Biologie in der Schule*, 44(4), 199–201.
- Grell, J. (2007): Unterrichtsrezepte. Unter Mitarbeit von Monika Grell. Weinheim: Beltz.
- Greving, J. (2007): Unterrichts-Einstiege. Ein Studien- und Praxisbuch. 6. Aufl. Berlin: Cornelsen.
- Grewe, N. (2007): Lehrerfortbildung und Training. In: Fleischer, Thomas; Grewe, Norbert; Jötten, Bernd; Seifreid, Klaus; Sieland, Bernhard (Hrsg.): Handbuch Schulpsychologie. Psychologie für die Schule. Stuttgart: Kohlhammer, 330–340.
- Grigutsch, S.; Raatz, U. & Törner, G. (1998): Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 19(1), 3–45.
- Groebe, N.; Wahl, D.; Schlee, J. & Scheele, B. (1988): Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts. Tübingen: Francke Verlag.

- Gropengießer, H. (2006): Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Lebenswelten. Denkwelten. Sprechwelten. 2. Aufl. Oldenburg: Didaktisches Zentrum Carl-von-Ossietzky-Universität (Beiträge zur didaktischen Rekonstruktion, 4).
- Gulliksen, H. (1950): Theory of mental tests. Oxford: Wiley.
- Gurney, B. F. (1995): Tugboats and Tennis Games: Preservice Conceptions of Teaching and Learning Revealed through Metaphors. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 569–583.
- Hafner, L. (1978): Die Stellung des Experiments im Biologieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht - Biologie*, 26(4), 109–113.
- Hage, K. (Hrsg.) (1985): Das Methoden-Repertoire von Lehrern. Eine Untersuchung zum Unterrichtsalltag in der Sekundarstufe I. Opladen: Leske und Budrich.
- Hammann, M. (2003): Aus Fehlern lernen. *Unterricht Biologie*, 27(287), 31–35.
- Häußler, P.; Bündler, W.; Duit, R.; Gräber, W. & Mayer, J. (1998): Naturwissenschaftsdidaktische Forschung - Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften; IPN.
- Helmke, A. (2003): Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern. 3. Aufl. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.
- Helmke, A. (2009): Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze: Klett Kallmeyer.
- Helmke, A. & Helmke, T. (2004): Videobasierte Unterrichtsreflexion. *Seminar Lehrerbildung und Schule*, 4, 48–66.
- Hewson, P. W. & Hewson, M. G. A. B. (1987): Science teachers' conceptions of teaching: Implications for teacher education. *International journal of science education*, 9(4), 425–440.
- Hewson, P. W.; Kerby, H. W. & Cook, P. (1995): Determining the Conceptions of Science Teaching held by Experiences High School Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 503–520.
- Hiebert, J.; Gallimore, R.; Garnier, H. E.; Givvin, K. Bogard; Hollingsworth, H. & Jacobs, J. et al. (2003): Teaching Mathematics in Seven Countries. Results From the TIMSS 1999 Video Study. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Hofer, B. K. & Pintrich, P. R. (2002): Personal epistemology. The psychology of beliefs about knowledge and knowing. Mahwah N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Hofer, M. (Hrsg.) (1981): Informationsverarbeitung und Entscheidungsverhalten von Lehrern. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Hofer, M. (1986): Sozialpsychologie erzieherischen Handelns. Göttingen: Hogrefe.
- Hofer, M. (1997): Lehrer-Schüler-Interaktion. In: Weinert, Franz Emanuel; Birbaumer, Niels; Graumann, Carl Friedrich (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule. Göttingen: Hogrefe (Pädagogische Psychologie, Bd. 3), 213–252.
- Holm, S. (1979): A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, 65–70.
- Huberman, M. (1989): The professional life cycle of teachers. *Teachers College Record*, 91(1), 31–57.

- Janssen, J. & Laatz, W. (2007): Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests. 6. Aufl. Berlin: Springer.
- Jatzwauk, P. (2007): Aufgaben im Biologieunterricht. Eine Analyse der Merkmale und des didaktisch-methodischen Einsatzes von Aufgaben im Biologieunterricht. Berlin: Logos Verlag.
- Jonas-Ahrend, G. (2004): Physiklehrvorstellungen zum Experiment im Physikunterricht. Berlin: Logos Verlag (Studien zum Physiklernen, Bd. 34).
- Kattmann, U. & Schmitt, A. (1996): Elementares Ordnen. Wie Schüler Tiere klassifizieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 2(2), 21–38.
- Kelly, G. (1955): The psychology of personal constructs. 1. Aufl. New York: Norton.
- Kersting, N. (2008): Using Video Clips of Mathematics Classroom Instruction as Item Prompts to Measure Teachers. *Educational and psychological measurement*, 68(5), 17.
- Killermann, W.; Hering, P. & Starosta, B. (2008): Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik. 12., aktualisierte Aufl. Donauwörth: Auer.
- Klippert, H. (2004): Lehrerbildung. Unterrichtsentwicklung und der Aufbau neuer Routinen ; Praxisband für Schule, Studium und Seminar. Weinheim: Beltz (Beltz Pädagogik).
- Koballa, T.; Gräber, W.; Coleman, D. C. & Kemp, A. C. (2000): Prospective gymnasium teachers' conception of chemistry learning and teaching. *International journal of science education*, 22(2), 209–224.
- Kobarg, M. (2009): Unterstützung unterrichtlicher Lernprozesse aus zwei Perspektiven. Dissertation. Münster: Waxmann (Empirische Erziehungswissenschaft, Band 12).
- Köller, O.; Baumert, J. & Neubrand, J. (2000): Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht. In: Baumert, Jürgen; Bos, Wilfried; Lehmann, Rainer (Hrsg.): TIMSS/III Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. 2 Bände. Opladen: Leske und Budrich (2), 229–269.
- Köttl, K. & Sauer, J. (1980): Der Einfluß des sozialen Klimas von Schulklassen auf das Lehrerverhalten. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 27, 267–277.
- Krammer, K.; Ratzka, N.; Klieme, E.; Lipowsky, F.; Pauli, C. & Reusser, K. (2006): Learning with classroom videos: conception and first results of an online teacher-training program. *ZDM*, 38(5), 422–432.
- Krammer, K. & Reusser, K. (2004): Unterrichtsvideos als Medium der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Seminar*(4), 1–22.
- Krammer, K. & Schnetzler, C. Lena (2008): Lernen mit Unterrichtsvideos: Konzeption und Ergebnisse eines netzgestützten Weiterbildungsprojekts mit Mathematiklehrpersonen aus Deutschland und der Schweiz. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 26(2), 178–197.
- Krapp, A. & Weidenmann, B. (Hrsg.) (2006): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. 5. Aufl. Weinheim: Beltz.
- Krause, F. & Dann, H.-D. (1986): Die Interview- und Legetechnik zur Rekonstruktion kognitiver Handlungsstrukturen ILKHA. Ein unterrichtsnahes Verfahren zur

- Erfassung potentiell handlungswirksamer subjektiver Theorien von Lehrern. Konstanz. Universität Konstanz, Sozialwissenschaftliche Fakultät "Projekt Aggression in der Schule" Arbeitsbericht 9.
- Kuntze, S. (2006): Video Technology in the assessment of an in-service teacher learning program - Differences in the mathematics teachers' judgement on instructional quality. *Zeitschrift für Didaktik der Mathematik*, 38(5), 413–421.
- Kuntze, S. (2007): Evaluationsergebnisse aus einem videobasierten Lehrerfortbildungsprojekt für Mathematiklehrkräfte - situationsbezogene Wahrnehmungen und übergreifende Vorstellungen zur Unterrichtsqualität. Vortrag auf der 4. Tagung der Sektion "Empirische Bildungsforschung" der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE). Veranstaltung vom 2007. Wuppertal.
- Kuntze, S. (2008): Zusammenhänge zwischen allgemeinen und situiert erhobenen unterrichtsbezogenen Kognitionen und Überzeugungen von Mathematiklehrkräften. *Unterrichtswissenschaft*, 36(2), 167–192.
- Labudde, P. (2000): Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Bern: Haupt (5).
- Labudde, P. & Duit, R. (2007): Zum Design einer bi-nationalen Videostudie zum Physikunterricht. In: Höttecke, Dietmar (Hrsg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Berlin: LIT (27), 631–633.
- Laucken, U. & Kaminski, G. (1974): Naive Verhaltenstheorie. Ein Ansatz zur Analyse des Konzeptrepertoires, mit dem im alltäglichen Lebensvollzug das Verhalten der Mitmenschen erklärt und vorhergesagt wird. Stuttgart: Klett.
- Lawson, A. E. (1988): The acquisition of biological knowledge during childhood: Cognitive conflict or tabula rasa? *Journal of Research in Science Teaching*, 25(3), 185–199.
- Lawson, A. E.; Abraham, M. R. & Renner, J. W. (1989): A theory of Instruction. Using the Learning Cycle to Teach Science Concepts and Thinking Skills.: National Association for Research in Science Teaching Monograph. University of Cincinnati: National Association for Research in Science Teaching (1), 1–57.
- Leinhardt, G.; Putnam, R.; Stein, M. Kay & Baxter, J. (1991): Where Subject Knowledge Matters. In: Brophy, Jere E. (Hrsg.): Advances in Research on Teaching. Teacher's knowledge of subject matter as it relates to their teaching practice. A Research Annual. Greenwich: Jai Press, 87–114.
- Leuchter, M.; Pauli, C.; Reusser, K. & Lipowsky, F. (2006): Unterrichtsbezogene Überzeugungen und handlungsleitende Kognitionen von Lehrpersonen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 562–579.
- Lewis, C.; Perry, R. & Hurd, J. (2004): A deeper look at lesson study. *Educational Leadership*, 61(5), 18–23.
- Lienert, G. A & Raatz, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse. 6. Aufl. Weinheim: Beltz.
- LimeSurvey (2009): Features. Online verfügbar unter <http://www.limesurvey.org/de/ueber-limesurvey/features>, zuletzt aktualisiert am 04.10.2009, zuletzt geprüft am 09.10.2009.
- Lord, F. M. & Novick, M. R. (1968): Statistical theories of mental test scores. Don Mills: Addison-Wesley.

- Mackensen-Friedrichs, I. (2004): Förderung des Expertiseerwerbs durch das Lernen mit Beispielaufgaben im Biologieunterricht der Klasse 9. Betreut von Prof. Dr. H. Bayrhuber. Kiel. Christian-Albrechts-Universität, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, zuletzt geprüft am 28.10.2009.
- Mandl, H. & Huber, G. L. (1982): Subjektive Theorien von Lehrern. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien (18).
- Meyer, H. (1997): Unterrichtsmethoden. II. Praxisband. 8. Aufl. 2 Bände. Frankfurt am Main: Cornelsen (Band 2).
- Meyer, H.; Feindt, A. & Fichten, W. (2007): Was wissen wir über erfolgreiche Unterrichtsentwicklung? In: Becker, Gerold; Feindt, Andreas; Meyer, Hilbert; Rothland, Martin; Stäudel, Lutz; Terhart, Ewald (Hrsg.): Guter Unterricht. Maßstäbe & Merkmale - Wege & Werkzeuge. Seelze: Friedrich Verlag (XXV), 66–70.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für die Hauptschule in Nordrhein-Westfalen (1992). Köln: Greven (Die Schule in Nordrhein-Westfalen, 3204).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe I - Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen, Naturwissenschaften Physik, Chemie, Biologie (1999a). Frechen: Ritterbach (Schriftenreihe Schule in NRW, 3108).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II - Gymnasium, Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen (1999b). Frechen: Ritterbach (Schriftenreihe Schule in NRW, 4722).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Biologie. unveränd. Nachdr. (2000). Frechen: Ritterbach (Die Schule in Nordrhein-Westfalen Gymnasium, 3413).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für die Realschule in Nordrhein-Westfalen. Biologie. unveränd. Nachdruck (2003). Frechen: Ritterbach (Schriftenreihe Schule in NRW, 3309).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I (G8) in Nordrhein-Westfalen (2008). Frechen: Ritterbach (Schriftenreihe Schule in NRW, 3413g8).
- Mischo, C. & Rheinberg, F. (1995): Erziehungsziele von Lehrern und individuelle Bezugsnormen der Leistungsbewertung. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 9(3/4), 139–151.
- Möller, J. & Jerusalem, M. (1997): Attributionsforschung in der Schule. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 11(3/4), 151–166.
- Müller, C. & Duit, R. (2004): Funktionen des Experiments: Vorstellungen von Lehrern und Unterrichtsrealität. In: Pitton, Anja (Hrsg.): Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung. Münster: LIT, 33–35.
- Müller, C. Thomas (2004): Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht. Berlin: Logos Verlag (Studien zum Physiklernen, 33).
- Munby, H.; Russell, T. & Martin, A. K. (2001): Teachers' knowledge and how it develops. In: Richardson, Virginia (Hrsg.): Handbook of research on teaching. 4. Aufl. Washington, D.C.: American Educational Research Association, 877–904.

- Nagy, G. (1968): State of the art in pattern recognition. *Proceedings of the IEEE*, 56(5), 836–863.
- Neuhaus, B. (2004): Einstellungsausprägungen von Biologielehrern. Ein bundesdeutscher Vergleich. Dissertation. Betreut von Prof. Dr. H. Vogt. Kassel. Universität Kassel, Institut für Biologie, Abteilung Didaktik der Biologie.
- Neuhaus, B. & Vogt, H. (2007): Klassifizierung von Biologielehrern. Chancen für die didaktische Forschung und Lehrerbildung? In: Vogt, Helmut; Upmeyer zu Belzen, Annette (Hrsg.): Bildungsstandards - Kompetenzerwerb. Forschungsbeiträge der biologiedidaktischen Lehr- und Lernforschung. Aachen: Shaker Verlag (Beiträge zur Didaktik), 165.
- Nisbett, R. E. & Wilson, T. DeCamp (1977): Telling More Than We Can Know. Verbal Reports on Mental processes. *Psychological Review*, 84(3), 231–259.
- NWU-Essen (Hrsg.) (2004): Videomanual für die Filmaufnahmen der Videostudien der nwu-essen. Unveröffentlichtes Manuskript. Essen.
- Opdenakker, M.-C. & van Damme, J. (2006): Teacher characteristics and teaching styles as effectiveness enhancing factors of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 22(1), 1–21.
- Oser, F. & Baeriswyl, F. J. (2001): Choreographies of Teaching: Bridging Instruction to Learning. In: Richardson, Virginia (Hrsg.): Handbook of research on teaching. 4 Aufl. Washington, D.C.: American Educational Research Association, 1031–1065.
- Oser, F. & Patry, J.-L. (1990): Choreographien unterrichtlichen Lernens. Basismodelle des Unterrichts. Freiburg, Schweiz: Pädag. Inst. der Univ. Freiburg (Berichte zur Erziehungswissenschaft, 89).
- Pajares, F. M. (1992): Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332.
- Pauli, C. & Lipowsky, F. (2007): Mitmachen oder zuhören? Mündliche Schülerinnen- und Schülerbeteiligung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 35(2), 101–124.
- Pauli, C. & Reusser, K. (2003): Unterrichtsskripts im schweizerischen und im deutschen Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 31(3), 238–272.
- Perrez, M.; Huber, G. L. & Geißler, K. A. (2006): Psychologie der pädagogischen Interaktion. In: Krapp, Andreas; Weidenmann, Bernd (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. 5 Aufl. Weinheim: Beltz, 357–422.
- Peterson, P. L.; Fennema, E.; Carpenter, T. P. & Franke, M. L. (1989): Teachers' Pedagogical Content Beliefs in Mathematics. *Cognition and Instruction*, 6(1), 1–40.
- Petko, D. & Reusser, K. (2005): Praxisorientiertes E-Learning mit Video gestalten. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis ; [Strategien ; Instrumente ; Fallstudien]. In: Hohenstein, Andreas; Wilbers, Karl (Hrsg.): Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis. 11. Ergänzungsaufgabe. Köln, 1–21.
- Pfeifer, P.; Lutz, B. & Bader, H. Joachim (2002): Konkrete Fachdidaktik Chemie. 3. Aufl. München: Oldenbourg.
- Prawat, R. S. (1992): Teachers' Beliefs about Teaching and Learning. A Constructivist Perspective. *American Journal of Education*, 100(3), 354–395.
- Prenzel, M.; Duit, R.; Euler, M.; Geiser, H.; Hoffmann, L. & Lehrke, M. et al. (2001): Studies on the Interplay of Teaching and Learning Processes in Physics Instruction.

- In: Psillos, Dimitris; Kariotoglou, Petros; Tselfes, Vasilis; Bisdikian, Garo; Fassouloupoulos, George; Hatzikraniotis, Evripides; Kallery, Maria (Hrsg.): Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society. Thessaloniki, 217–219.
- Putnam, R. T. & Borko, H. (1996): Learning to teach. In: Berliner, David C.; Calfee, Robert C. (Hrsg.): Handbook of educational psychology. New York: MacMillan, 673–708.
- Putnam, R. T. & Borko, H. (2000): What Do New Views of Knowledge and Thinking Have to Say about Research on Teacher Learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4–15.
- Rasch, B.; Frieze, M.; Hofmann, W. & Naumann, E. (2006): Quantitative Methoden. Einführung in die Statistik. 2., erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-11776 /Dig. Serial]).
- Renkl, A.; Schworm, S. & Hilbert, T. S. (2004): Lernen aus Lösungsbeispielen. Eine effektive, aber kaum genutzte Möglichkeit, Unterricht zu gestalten. In: Doll, Jörg; Prenzel, Manfred (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung. Münster u.a.: Waxmann, 77–92.
- Reusser, K. (2005): Situieretes Lernen mit Unterrichtsvideos. *Journal für LehrerInnenbildung*, 5(2), 8–18.
- Reyer, T. (2004): Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht – Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe. Berlin: Logos Verlag.
- Rheinberg, F. (1975): Zeitstabilität und Steuerbarkeit von Ursachen schulischer Leistung in der Sicht des Lehrers. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 7(3), 180–194.
- Rheinberg, F. (1980): Leistungsbewertung und Lernmotivation. Göttingen: Hogrefe (8).
- Rheinberg, F. (2001): Bezugsnormorientierung. In: Rost, Detlef H. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim: Beltz, 55–62.
- Rich, Y. (1993): Stability and change in teacher expertise. *Teaching and Teacher Education*, 9, 137–146.
- Richardson, V. (1996): The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In: Sikula, John P.; Buttery, Thomas J.; Guyton, Edith (Hrsg.): Handbook of research on teacher education. A project of the Association of Teacher Educators. 2 Aufl. New York: MacMillan, 102–119.
- Riggs, I. M. & Enochs, L. G. (1990): Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument. *Science Education*, 74(6), 625–637.
- Roth, H. (1973): Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens. 14. Aufl. Hannover: Schroedel.
- Roth, K. J.; Druker, S. L.; Garnier, H. E.; Lemmens, M.; Chen, C. & Kawanaka, T. et al. (2006): Teaching science in five countries. Results from the TIMSS 1999 video study. Statistical Analysis Report. Washington, DC: U.S. Department of Education. National Center for Education Statistics.
- Rustemeyer, R. (2007): Einführung in die Unterrichtspsychologie. 2. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

- Schank, R. C. & Abelson, R. Paul (1977): Scripts, Plans, Goals and Understanding. An Inquiry into Human Knowledge Structures. New York: John Wiley & Sons (The artificial intelligence series).
- Scheele, B.; Groeben, N.; Grotjahn, R.; Dechert, H.-W.; Edmondson, W. J. & Quetz, J. et al. (1998): Subjektive Theorien von Fremdsprachenlehrern. Themenheft. *Fremdsprachen lehren und lernen*, 27(1), 12–221.
- Schlee, J. (1998): Diagnostik von Lernprozessen durch Rekonstruktion Subjektiver Theorien. In: Eberwein, Hans; Knauer, Sabine (Hrsg.): Handbuch Lernprozesse verstehen. Wege einer neuen (sonder-)pädagogischen Diagnostik. Weinheim: Beltz (Beltz-Handbuch), 66–80.
- Schlee, J. & Wahl, D. (1987): Grundriß des Forschungsprogramms "Subjektive Theorien". In: Schlee, Jörg; Wahl, Diethelm (Hrsg.): Veränderung subjektiver Theorien von Lehrern. Beiträge und Ergebnisse eines Symposiums an der Univ. Oldenburg vom 16.- 18.02.1986. Oldenburg: Univ. Zentrum für Pädag. Berufspraxis, 5–18.
- Schmiemann, P. (2008 unveröffentlicht): Modellierung von Schülerkompetenzen im Bereich des biologischen Fachwissens. Dissertation. Betreut von Prof. Dr. A. Sandmann. Essen. Universität Duisburg-Essen, Fachbereich Biologie, Abteilung Didaktik der Biologie.
- Schoenfeld, A. H. (1998): Toward a Theory of Teaching-in-Context. *Issues in Education*, 4(1), 1–94.
- Schoenfeld, A. H. (2000): Models of the Teaching Process. *Journal of Mathematical Behavior*, 18(3), 243–261.
- Schrader, F.-W. (1989): Diagnostische Kompetenzen von Lehrern und ihre Bedeutung für die Gestaltung und Effektivität des Unterrichts. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlagsgruppe (289).
- Schrader, F.-W. (2001): Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern. In: Rost, Detlef H. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim: Beltz, 68–71.
- Seago, N. (2004): Using Video as an Object of Inquiry for Mathematics Teaching and Learning. In: Brophy, Jere E. (Hrsg.): Using Video in Teacher Education. Advances in Research on Teaching. London, Amsterdam: Elsevier, 259–286.
- Seidel, T. (2003): Lehr-Lernskripts im Unterricht. Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse - eine Videostudie im Physikunterricht. Münster, Westfalen u.a.: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, 35).
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2004): Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. In: Doll, Jörg; Prenzel, Manfred (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung. Münster u.a.: Waxmann, 177–197.
- Seidel, T.; Prenzel, M.; Duit, R. & Lehrke, M. (2004): Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht". Kiel: IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN-materialien).
- Seidel, T.; Prenzel, M.; Rimmele, R.; Schwindt, K.; Kobarg, M.; Herweg, C. & Dalehefte, I. Marie (2006): Unterrichtsmuster und ihre Wirkungen. Eine Videostudie im Physikunterricht. In: Prenzel, Manfred; Allolio-Näcke, Lars (Hrsg.): Untersuchungen

- zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster: Waxmann, 99–123.
- Sherin, M. Gamoran & Han, S. Y. (2004): Teacher learning in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 20(2), 163–183.
- Shulman, L. S. (1986): Paradigms and Research Programs in the Study of Teaching: A Contemporary Perspective. In: Wittrock, Merlin C. (Hrsg.): Handbook of research on teaching. A project of the American Educational Research Association. 3. ed. New York: MacMillan, 3–36.
- Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. (1973): Numerical taxonomy. San Francisco: Freeman.
- Spinath, B. (2005): Akkuratheit der Einschätzung von Schülermerkmalen durch Lehrer und das Konstrukt der diagnostischen Kompetenz. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 19(1/2), 85–95.
- Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.) (2008): Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. 3. Aufl. Berlin: Cornelsen.
- SPSS, I. (Hrsg.) (2001): The SPSS TwoStep Cluster Component. A scalable component enabling more efficient customer segmentation. White Paper-Technical Report. Online verfügbar unter SPSS TwoStep Cluster Component, zuletzt geprüft am 29.01.2009.
- Stadler, H. (2005): Intervention durch Forschung. Wege zur Unterstützung der Professionalisierung von Lehrkräften mittels Video. In: Welzel, Manuela; Stadler, Helga (Hrsg.): "Nimm doch mal die Kamera!". Zur Nutzung von Unterrichtsvideos in der Lehrerbildung - Beispiele und Erfahrungen aus den Naturwissenschaften. Münster: Waxmann, 171–189.
- Staub, F. C. (2001): Fachspezifisch-pädagogisches Coaching: Theoriebezogene Unterrichtsentwicklung zur Förderung von Unterrichtsexpertise. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 19(2), 175–198.
- Staub, F. C. (2005): Videos im Fachspezifisch-Pädagogischen Coaching. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 2, 26–30.
- Staub, F. C. & Stern, E. (2002): The Nature of Teachers' Pedagogical Content Beliefs Matters for Students' Achievement Gains: Quasi-Experimental Evidence From Elementary Mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 344–355.
- Stigler, J. W.; Gonzales, P.; Kawanaka, T. & Knoll, Steffen, Serrano, Ana (1999): The TIMSS Videotape Classroom Study: Methods and Findings from an Exploratory Research Project on Eighth-Grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States. NCES 99-074. Washington D.C: U.S. Department of Education. National Center for Education Statistics.
- Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1999): The teaching gap. Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom. New York, NY: Free Press.
- Stipek, D. J.; Givvin, K. B.; Salmon, J. M. & MacGyvers, V. L. (2001): Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education*, 17(2), 213–226.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1982): Conceptual change and science teaching. *International journal of science education*, 4(3), 231–240.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992): A revisionist theory of conceptual change. In: Duschl, Richard Allan; Hamilton, Richard J. (Hrsg.): Philosophy of science, cognitive

- psychology, and educational theory and practice. Albany: State University of New York Press (SUNY series in science education), 147–176.
- Tausch, R. & Tausch, A.-M. (1998): Erziehungs-Psychologie. Begegnung von Person zu Person. 11. Aufl. Göttingen: Hogrefe.
- Terhart, E. (2000): Lehrerbildung und Professionalität. Strukturen, Probleme und aktuelle Reformtendenzen. In: Bastian, Johannes; Helsper, Werner; Reh, Sabine; Schelle, Carla (Hrsg.): Professionalisierung im Lehrerberuf. Von der Kritik der Lehrerrolle zur pädagogischen Professionalität. Opladen: Leske und Budrich, 73–85.
- Terhart, E. (2004): Unterricht. In: Lenzen, Dieter; Rost, Friedrich. (Hrsg.): Erziehungswissenschaft. Ein Grundkurs. 6., Aufl., mit einer aktualisierten Auswahlbibliogr. vers. - Orig.-Ausg. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt (Rowohlt's Enzyklopädie), 133–158.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004): Experimentieren im Physikunterricht. Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69.
- Theodoridis, S. & Koutroumbas, K. (2006): Pattern recognition. 3. Aufl. Amsterdam: Elsevier.
- Thömmes, A. (2005): Produktive Unterrichtseinstiege. 100 motivierende Methoden für die Sekundarstufen. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.
- Thonhauser, J. (2005): Videos in der Lehrerbildung - ein historischer Überblick. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 2(5), 44–47.
- Tietze, U. Peter (1990): Zur Erfassung berufsbezogener subjektiver Theorien und Kognitionen von Mathematiklehrern in der Sekundarstufe II. In: Haussmann, Kristina; Reiss, Matthias (Hrsg.): Mathematische Lehr-Lern-Denkprozesse. Göttingen: Hogrefe (9).
- Tillema, H. H. (1994): Training and Professional Expertise: Bridging the Gap between New Information and Pre-Existing Beliefs of Teachers. *Teaching and Teacher Education*, 10(6), 601–615.
- Tillema, H. H. (2000): Belief change towards self-directed learning in student teachers: immersion in practice or reflection on action. *Teaching and Teacher Education*, 16(5-6), 575–591.
- Tochon, F. Victor (1999): Video Study Groups for Education, Professional Development, and Change. Madison: WI: Atwood Publishing.
- Todt, E. (1978): Das Interesse. Empirische Untersuchungen zu einem Motivationskonzept. Bern: Huber.
- Todt, E. & Arbing, R. (1977): Motivation. Eine Einführung in Probleme, Ergebnisse und Anwendungen. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Torff, B. & Warburton, E. C (2005): Assessment of teachers' beliefs about classroom use of critical-thinking activities. *Educational and psychological measurement*, 65(1), 155–179.
- Treiber, B. (1980): Erklärung von Förderungseffekten in Schulklassen durch Merkmale subjektiver Unterrichtstheorien ihrer Lehrer. Bericht aus dem Psychologische Institut der Universität Heidelberg. Diskussionspapier Nr. 22. Heidelberg.
- Treiber, B. (1981): Attribute-Treatment-Interaction. In: Schiefele, Hans (Hrsg.): Handlexikon zur pädagogischen Psychologie. München: Ehrenwirth, 26–30.

- Trendel, G.; Wackermann, R. & Fischer, H. E. (2007): Lernprozessorientierte Lehrerfortbildung in Physik. Learning-process-oriented in-service training in physics. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 1–23. Online verfügbar unter http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/001_Trendel_13.pdf, zuletzt geprüft am 02.02.2009.
- van Es, E. & Sherin, M. Gamoran (2002): Learning to Notice: Scaffolding New Teachers' Interpretations of Classroom Interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571–596.
- Wadouh, J.; Sandmann, A. & Neuhaus, B. (2009): Vernetzung im Biologieunterricht. Deskriptive Befunde einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 69–87. Online verfügbar unter http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/15_Wadouh_09.pdf, zuletzt geprüft am 19.11.2009.
- Wagner, A. C.; Uttendorfer-Marek, I. & Weidle, R. (1997): Die Analyse von Unterrichtsstrategien mit der Methode des "Nachträglichen Lauten Denkens" von Lehrern und Schülern zu ihrem unterrichtlichen Handeln. *Unterrichtswissenschaft*(3), 244–250.
- Wahl, D. (1991): Handeln unter Druck. Der weite Weg vom Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenenbildnern. Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- Wahl, D. (1994): Handlungsvalidierung. In: Huber, Günter L.; Mandl, Heinz (Hrsg.): Verbale Daten. Eine Einführung in die Grundlagen und Methoden der Erhebung und Auswertung. 2. Aufl. Weinheim: Beltz, 259–274.
- Wahl, D. (2002): Veränderung subjektiver Theorien durch Tele-Learning? In: Mutzeck, Wolfgang; Schlee, Jörg; Wahl, Diethelm (Hrsg.): Psychologie der Veränderung. Subjektive Theorien als Zentrum nachhaltiger Modifikationsprozesse. Weinheim, Basel: Beltz, 10–21.
- Wahl, D. (2006): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln. 2. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Wahl, D.; Schlee, J.; Krauth, J. & Mureck, J. (1983): Naive Verhaltenstheorien von Lehrern. Abschlußbericht eines Forschungsvorhabens zur Rekonstruktion und Validierung subjektiver psychologischer Theorien. Oldenburg.
- Wandersee, J. H.; Good, R. G. & Demastes, S. S. (1995): Forschung zum Unterricht über Evolution: Eine Bestandsaufnahme. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1(1), 43–54.
- Ward, J. H. (1963): Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244. Online verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/2282967>.
- Weitzel, H. (2008): Welche Bedeutung haben vorunterrichtliche Vorstellungen für das Lernen? In: Spörhase-Eichmann, Ulrike; Ruppert, Wolfgang (Hrsg.): Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. 3. Aufl. Berlin: Cornelsen, 75–95.
- Welzel, M.; Haller, K.; Bandera, M.; Hammelev, D.; Koumaras, P. & Niedderer, H. et al. (1998): Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden. Ergebnisse einer europäischen Umfrage. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), 29–44. Online verfügbar unter ftp://ftp.ipn.uni-kiel.de/pub/zfdn/1998/Heft1/S.29-44_Welzel_etal_98_H1.pdf.

- Weßling-Lünnemann, G. & Kleine, W. (1982): Problemfeld: Differenzierung im Sportunterricht. *Grundschule*(14), 501.
- Wiedenbeck, M. & Züll, C. (2001): Klassifikation mit Clusteranalyse. Grundlegende Techniken hierarchischer und K-means-Verfahren. ZUMA: Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen (Mannheim). (How-to-Reihe, 10). Online verfügbar unter http://193.175.239.100/publikationen/Berichte/ZUMA_How_to/, zuletzt geprüft am 28.01.2009.
- Wikipedia (2009): LimeSurvey. Online verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/wiki/LimeSurvey>, zuletzt aktualisiert am 06.10.2009, zuletzt geprüft am 09.10.2009.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002): Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität. Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen. Göttingen: Hogrefe.
- Wishart, D. (1969): An algorithm for hierarchical classification. *Biometrics*, 25(1), 165–170.
- Wishart, D. (2006): ClustanGraphics primer. A guide to cluster analysis. 4. Aufl. Edinburgh: Clustan Limited.
- Wong, S. Ling; Yung, B. Hin Wai; Cheng, M. Wa; Lam, K. Leung & Hodson, D. (2006): Setting the stage for developing pre-service teachers' conceptions of good science teaching. The role of classroom video. *International journal of science education*, 28(1), 1–24, zuletzt geprüft am 19.07.2007.
- Wood, T.; Cobb, P. & Yackel, E. (1991): Change in Teaching Mathematics: A Case Study. *American Educational Research Journal*, 28(3), 587–616.
- Wood-Robinson, C. (1994): Young People's Ideas about Inheritance and Evolution. *Studies in Science Education*, 24(1), 29–47.
- Zeichner, K. M. (1994): Research on teacher thinking and different views of reflective practice in teaching and teacher education. In: Carlgren, Ingrid; Handal, Gunnar; Vaage, Sveinung (Hrsg.): Teachers' minds and actions. Research on teachers' thinking and practice. London: Falmer Press, 9–27.

Abkürzungsverzeichnis

bik	Projekt <i>Biologie im Kontext</i>
BiQua	Bildungsqualität von Schule (DFG Schwerpunktprogramm)
BLK-Programm SINUS	Programm der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts
C	Kontingenzkoeffizient
CD-ROM	Compact Disc Read-Only Memory
Cohens κ	ein statistisches Maß für die Übereinstimmung von zwei Beurteilern
CSV	Comma-Separated Values
DD	Didaktische Deduktion
df	Freiheitsgrade
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DI	Didaktische Induktion
Ex	Experimentieren
GPL-Lizenz	General Public License (eine von der Free Software Foundation herausgegebene Lizenz mit Copyleft für die Lizenzierung freier Software)
I/IU	Inhaltsspezifisch/inhaltsunspezifisch
IEA	International Association for the Evaluation of Educational Achievement
ILKHA	Interview- und Legetechnik zur Rekonstruktionen kognitiver Handlungsstrukturen
IPN	Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften
KR-20	Kuder-Richardson-Formel 20
LCA	Latente Klassenanalyse
m	Anzahl der Tests
MS SQL-Datenbank	Relationales Datenbankmanagementsystem von Microsoft
MSW NRW	Ministerium für Schule und Weiterentwicklung
MW	Mittelwert
N	Stichprobengröße
NOS	Nature of science (Natur der Naturwissenschaften)

nwu-Essen	DFG-Forschergruppe Naturwissenschaftlicher Unterricht
OHP	Overhead Projector
p	Signifikanz
PASW	Predictive Analytics Software (Statistikpaket)
PDF	Portable Document Format
PHP	Hypertext Preprocessor, Personal Home Page Tools
PhyU	Physikunterricht
PostgreSQL-Datenbank	objektrelationales Open Source Datenbanksystem
PRoBiL	Prototypische Routinen von Biologielehrkräften (interaktives Computerprogramm)
p-Wert	Signifikanzniveau
r	Pearson- Korrelationskoeffizient
Repgrids	Repertory Grid Verfahren/ Repertory Grids
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
SII	Sekundarstufe II
SLT	Struktur-Lege-Technik
SRI	Stimulated Recall Interview
SuS	Schülerinnen und Schüler
SV	Umgang mit Schülervorstellungen
TIMSS	Third International Mathematics and Science Study. Seit 2003: Trends in International Mathematics and Science Study
t-Test	Bezeichnet eine Gruppe von Hypothesentests; oft: Einstichproben- bzw. Zweistichproben t-Test
UE	Unterrichtseinstiege
USA	United States of America
χ^2 – Test	chi-Quadrat Test

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1</i> Beispiel für ein Repertory Grid (vgl. Fischler, 2000b; Fischer, 2008)	35
<i>Abbildung 2</i> Die Phasen der konstruktivistischen Unterrichtsstrategie nach Driver (1989), verändert nach Häußler et al. (1998, S. 215)	76
<i>Abbildung 3</i> Rahmenkonzeption zum Einfluss handlungsleitender Kognitionen auf das unterrichtliche Handeln der Lehrkräfte.	78
<i>Abbildung 4</i> Überblick über häufig verwendete Cluster-Verfahren (verändert nach Backhaus et al., 2006, S. 511).....	103
<i>Abbildung 5</i> Die 10 häufigsten Aussagen zu Unterrichtssituationen in denen Biologielehrkräfte prototypische Routinen zeigen.	126
<i>Abbildung 6</i> Auftragung der Fusionskoeffizienten gegen die Clusteranzahl zur Bestimmung der optimalen Clusteranzahl.....	138
<i>Abbildung 7</i> Vergleich der Clusterprofile der k-means-Clusteranalyse (Clusterzentrenanalyse) mit (a) zwei Cluster-Lösungen, (b) drei Cluster-Lösungen (c) vier Cluster-Lösungen (N = 67).	140
<i>Abbildung 8</i> Vergleich der Clusterprofile der (a) k-means Clusteranalyse, der (b) Two-Step Clusteranalyse und der (c) hierarchischen Clusteranalyse (Ward-Verfahren) für die zwei Cluster-Lösung	144
<i>Abbildung 9</i> Blasendiagramm der Kreuzvalidierung der Typenzuordnung durch die k-means-Clusteranalyse im Vergleich zur Two-Step-Clusteranalyse.....	145
<i>Abbildung 10</i> Blasendiagramm der Kreuzvalidierung der Typenzuordnung durch die k-means-Clusteranalyse im Vergleich zur hierarchischen Clusteranalyse.....	145
<i>Abbildung 11</i> Verlauf der beiden Muster prototypischer Routinen von Biologielehrkräften: problemorientierte Routine und informierende Routine.....	152
<i>Abbildung 12</i> Verteilung der Probanden der Stichprobe auf die beiden Muster prototypischer Routinen.	157
<i>Abbildung 13</i> Begrüßungsbildschirm des Programms <i>PRoBiL</i> (links). Fragen zur Person die eine spätere Nutzung der Daten ermöglichen (rechts).....	158
<i>Abbildung 14</i> Fragebogen zur Identifizierung inhaltsunspezifischer, prototypischer Routinen von Biologielehrkräften im Rahmen von <i>PRoBiL</i>	159
<i>Abbildung 15</i> Auswertungsbildschirm.	162

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1</i> Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Fragebogen (vgl. Fischler, 2001b)	28
<i>Tabelle 2</i> Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Interview (vgl. Fischler, 2001b)	29
<i>Tabelle 3</i> Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels SRI (vgl. Fischler, 2001b)	31
<i>Tabelle 4</i> Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen und deren Handlungsvalidierung (vgl. Fischler, 2001b)	34
<i>Tabelle 5</i> Studien zur Erfassung von Lehrervorstellungen mittels Repertory Grids (vgl. Fischler, 2001b)	36
<i>Tabelle 6</i> Typische Schülervorstellungen im Biologieunterricht (vgl. Weitzel, 2008, S. 91–95)	73
<i>Tabelle 7</i> Überblick über Schritte und Zielsetzungen der Testkonstruktion der vorliegenden Studie (N: Stichprobengröße)	83
<i>Tabelle 8</i> Beispiele für verwendete Kategorien im Rahmen des Fragebogens zu prototypischen Routinen von Biologielehrkräften	90
<i>Tabelle 9</i> Übersicht über die Trennschärfekoeffizienten und Itemschwierigkeiten der 21 zur Clusterbildung ausgewählten Items (Onlinefragebogen)	101
<i>Tabelle 10</i> Bonferroni-Holm-Korrektur bei multiplen t-Tests zur Anpassung des Signifikanzniveaus (Holm, 1979).	113
<i>Tabelle 11</i> Mittelwerte und Standardabweichungen aller Testwerte für das Item aus der Online-Studie	117
<i>Tabelle 12</i> Überblick über die 16 erstellten Videosequenzen. Zu jeder unten angeführten prototypischen Routine wurde eine Videosequenz erstellt.	119
<i>Tabelle 13</i> Kategorien prototypischer Routinen, in denen sich Biologielehrkräfte in den dargestellten Unterrichtssituationen unterscheiden.(N = 14)	127
<i>Tabelle 14</i> Skalenreliabilitäten des Vortests zum Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf sowie zum Inhaltsbereich Nahrungsbeziehungen (N = 125)	133
<i>Tabelle 15</i> Ergebnisse der Pearson-Korrelation der Mittelwerte Skalen zum Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf mit den Skalen zu Inhaltsbereich Nahrungsbeziehungen und Stoffkreisläufe	134
<i>Tabelle 16</i> Zur Beschreibung von Mustern inhaltspezifischer prototypischer Routinen von Biologielehrkräften geeignete Skalen	135

<i>Tabelle 17</i> Anzahl der teilnehmenden Biologielehrkräfte der Online-Studie in %	136
<i>Tabelle 18</i> Skalenreliabilitäten (Cronbachs α) der Online-Studie zum Inhaltsbereich Blut und Blutkreislauf (N = 68).....	137
<i>Tabelle 19</i> Kreuztabelle zum Vergleich der Probandenzuordnungen der 2-Cluster- und der 3-Cluster-Lösung nach dem k-means-Verfahren.....	141
<i>Tabelle 20</i> Kreuztabelle zum Vergleich der Probandenzuordnungen der 3-Cluster- und der 4-Cluster-Lösung nach dem k-means-Verfahren.....	142
<i>Tabelle 21</i> Kreuzvalidierung der Typenzuordnung der Original-Cluster-Lösung mit derjenigen nach Testhalbierung für die 2-Cluster-Lösung.....	147
<i>Tabelle 22</i> Kreuzvalidierung der Typenzuordnung der Original-Cluster-Lösung mit derjenigen nach Testhalbierung für die 3-Cluster-Lösung.....	148
<i>Tabelle 23</i> Prozentualer Anteil der mit der ausgewählten Lösung übereinstimmenden Lösungen in Monte-Carlo-Studien für die 2-Cluster-Lösung.....	149
<i>Tabelle 24</i> Prozentualer Anteil der mit der ausgewählten Lösung übereinstimmenden Lösungen in Monte-Carlo-Studien für die 3-Cluster-Lösung.....	149
<i>Tabelle 25</i> Prozentualer Anteil der mit der ausgewählten Lösung übereinstimmenden Lösungen in Monte-Carlo-Studien für die 4-Cluster-Lösung.....	149
<i>Tabelle 26</i> Standardabweichung der zwei einzelnen Cluster und der Gesamtgruppe.....	150
<i>Tabelle 27</i> Zusammenfassung der Merkmale von Biologielehrkräften, die der <i>informierenden Routine</i> bzw. der <i>problemorientierten Routine</i> zugeordnet werden.....	154
<i>Tabelle 28</i> t-Test zum Vergleich der beiden Cluster-Profile der k-means-Clusteranalyse. (MW: Mittelwert, SE: Standardfehler, df: Freiheitsgrade, p: Signifikanz; N = 67)...	155
<i>Tabelle 29</i> Interrater-Reliabilität Cohens κ der Zuordnung der Lehreraussagen zu den vorhandenen prototypischen Routinen.	164
<i>Tabelle 30</i> Interrater-Reliabilität Cohens κ_{gesamt} . Der hier berechnete Cohens κ -Wert weist eine völlige Übereinstimmung aus.	165
<i>Tabelle 31</i> Interrater-Reliabilität Cronbachs α . Der hier berechnete Cronbachs α -Wert weist eine völlige Übereinstimmung aus.....	166
<i>Tabelle 32</i> Inter-Item-Korrelationen.....	166
<i>Tabelle 33</i> Interrater-Reliabilität nach Kuder-Richardson-Formel 20.....	166
<i>Tabelle 34</i> Interrater Reliabilität aller Raterpaare der Stichprobe: Cohens κ	Anhang D

Anhang

Anhang A: Fragebögen und Anschreiben

A 1: Schritt 1 – Geschlossener Fragebogen zu prototypischen Routinen im eigenen Unterricht

Liebe Biologiekollegin, lieber Biologiekollege!

Dieser Fragebogen enthält Fragen zu Ihrem Unterricht und zu Ihrer Person. Der Schwerpunkt des Fragebogens liegt dabei auf *prototypischen Routinen* (Knackpunkten), die in Ihrem Unterricht auftreten können.



Unter *prototypischen Routinen* (Knackpunkten) verstehen wir Situationen oder Phasen in Ihrem Biologieunterricht, die häufig auftreten und immer wieder im Verlauf des Unterrichts für Sie als Lehrende oder für die Schüler zu Hindernissen werden.

Zusätzlich zu Ihrer Einschätzung, ob es sich um eine prototypische Routine handelt, geben Sie bitte an, ob die prototypischen Routinen „inhaltspezifisch“ sind oder nicht. Dies bedeutet, dass sie entweder nur bei bestimmten Themen des Biologieunterrichts eine Rolle spielen oder allgemeingültig für den gesamten Biologieunterricht sind.

Die Fragen haben vier vorgegebene Antworten, von denen eine angekreuzt werden soll. Falls Sie einmal ein Kästchen versehentlich falsch ankreuzen, kreisen Sie das Kästchen bitte ein und machen Sie ein neues Kreuz an der zutreffenden Stelle.

Bei den offenen Fragen möchten wir Sie bitten, kurze stichpunktartige Antworten zu notieren.

Wir bitten Sie ganz herzlich, auch die enthaltenen Fragen zu Ihrer Person zu bearbeiten. Ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt und die Daten werden lediglich in anonymisierter Form ausgewertet.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

Fragen zu Ihrer Person:

Wie viele Jahre üben Sie den Lehrerberuf bereits aus (Referendariat eingeschlossen) _____

In welcher Schulform unterrichten Sie?

Hauptschule	Realschule	Gymnasium	Gesamtschule
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sind Sie weiblich oder männlich?

weiblich	männlich
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Um die Entwicklung im Verlauf des Projekts dokumentieren zu können, möchten wir Sie bitten, einen **persönlichen Code** auf den Bögen einzutragen.

Das Codewort setzt sich aus den folgenden Elementen zusammen:

Geben Sie dazu bitte den 2. und 3. Buchstaben im Vornamen Ihrer Mutter an: _____

Geben Sie dann bitte den 2. und 3. Buchstaben im Vornamen Ihres Vaters an: _____

Als letztes geben Sie bitte den Geburtstag Ihrer Mutter an

(zweistellig, z.B. für 15. Oktober die Zahl „1 und 5“): _____

Fortsetzung Anhang A 1:

Bitte kreuzen Sie an, inwiefern es sich um eine *prototypische Routine* (Knackpunkt) handelt:

Tipp: Stellen Sie sich während der Beantwortung die Frage:

- „Ist der genannte Punkt in meinen Unterricht von besonderer Bedeutung?“

Umgang mit Schülerfragen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Umgang mit Schülerfehlern	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Aufgaben stellen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Auswertung von Aufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Art der gestellten Aufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Verwendung von Experimenten	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Einführung eines Experiments	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Auswertung eines Experiments	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Problematisierungsphase	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Umgang mit Fehlvorstellungen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Notenvergabe/ Benotung	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>

Fortsetzung Anhang A 1:

Umgang mit Disziplinschwierigkeiten	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Fehlende Hausaufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Binnendifferenzierung	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Redezeitverteilung der Schüler	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Länge der Hausaufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Ergebnisse zusammenführen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Eingangsrituale	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Unterrichtsrituale	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Festlegen von Klassenregeln	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Materialeinsatz	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Methodeneinsatz	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Schülerinteresse wecken	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>	inhaltsspezifisch ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>

Fortsetzung Anhang A 1:

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
Verwendung von Fachsprache seitens des Lehrers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
Verwendung von Fachsprache seitens der Schüler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Tragen Sie bitte in die folgenden leeren Kästchen weitere *prototypische Routinen* (Knackpunkte) ein, die Ihnen in der bisherigen Liste noch gefehlt haben und schätzen Sie sie entsprechend ein:

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu	inhaltsspezifisch ja nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

A 2: Schritt 1 – Geschlossener Fragebogen zu Unterschiede zu Kollegen

Liebe Biologiekollegin, lieber Biologiekollege!



Dieser Fragebogen enthält Fragen zu Ihrem Unterricht und zu Ihrer Person. Der Schwerpunkt des Fragebogens liegt dabei auf den *Unterschieden Ihres Unterrichts zu dem Unterricht Ihrer Biologiekolleginnen und Biologiekollegen*. Dabei ist uns Ihr rein subjektiver Eindruck bzw. Ihre subjektive Einschätzung wichtig. Bitte geben Sie bei den unten angegebenen Punkten an, inwiefern Sie der Meinung sind, dass Sie in dem jeweiligen Punkt im Unterricht oder bei der Vor- und Nachbereitung anders als Ihre Biologiekolleginnen und Biologiekollegen handeln.

Die Fragen haben vier vorgegebene Antworten, von denen eine angekreuzt werden soll. Falls Sie einmal ein Kästchen versehentlich falsch ankreuzen, kreisen Sie das Kästchen bitte ein und machen Sie ein neues Kreuz an der zutreffenden Stelle.

Bei den offenen Fragen möchten wir Sie bitten, kurze stichpunktartige Antworten zu notieren.

Wir bitten Sie ganz herzlich, auch die enthaltenen Fragen zu Ihrer Person zu bearbeiten. Ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt und die Daten werden lediglich in anonymisierter Form ausgewertet.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

Fragen zu Ihrer Person:

Wie viele Jahre üben Sie den Lehrerberuf bereits aus (inklusive Referendariat) _____

In welcher Schulform unterrichten Sie?

Hauptschule	Realschule	Gymnasium	Gesamtschule
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sind Sie weiblich oder männlich?

weiblich	männlich
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Um die Entwicklung im Verlauf des Projekts dokumentieren zu können, möchten wir Sie bitten, einen **persönlichen Code** auf den Bögen einzutragen.

Das Codewort setzt sich aus den folgenden Elementen zusammen:

Geben Sie dazu bitte den 2. und 3. Buchstaben im Vornamen Ihrer Mutter an: _____

Geben Sie dann bitte den 2. und 3. Buchstaben im Vornamen Ihres Vaters an: _____

Als Letztes geben Sie bitte den Geburtstag Ihrer Mutter an

(zweistellig, z.B. für 15. Oktober die Zahl „1 und 5“): _____

Fortsetzung Anhang A 2:

Tipp: Stellen Sie sich während der Beantwortung die Frage:

- „Unterscheidet sich mein Unterricht in dem genannten Punkt besonders von dem meiner Kollegin/ meines Kollegen?“

Umgang mit Schülerfragen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Umgang mit Schülerfehlern	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Aufgaben stellen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Auswertung von Aufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Art der gestellten Aufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Verwendung von Experimenten	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Einführung eines Experiments	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Auswertung eines Experiments	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Problematisierungsphase	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Umgang mit Fehlvorstellungen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Notenvergabe/ Benotung	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>

Fortsetzung Anhang A 2:

Verwendung von Fachsprache seitens des Lehrers	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Verwendung von Fachsprache seitens der Schüler	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Umgang mit Disziplinschwierigkeiten	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Fehlende Hausaufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Binnendifferenzierung	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Redezeitverteilung der Schüler	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Länge der Hausaufgaben	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Ergebnisse zusammenführen	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Eingangsrituale	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Unterrichtsrituale	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>
Festlegen von Klassenregeln	trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft zu <input type="checkbox"/>

Fortsetzung Anhang A 2:

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Materialeinsatz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Methodeneinsatz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
Schülerinteresse wecken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tragen Sie bitte in die folgenden leeren Kästchen weitere *Unterscheidungsmerkmale* ein, die Ihnen in der bisherigen Liste noch gefehlt haben und schätzen Sie sie entsprechend ein:

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A 3: Schritt 2 – Offener Fragebogen, Anschreiben

Abteilung für Didaktik der Biologie
Universitätsstr. 5, 45117 Essen
Martin Linsner; martin.linsner@uni-due.de
Tel.: (0201) 183-2470



Fragebogen für Biologielehrkräfte zum unterrichtlichen Handeln im Biologieunterricht

"Jeder gestaltet seinen Unterricht anders!"

Um diese Aussage zu bestätigen, bräuchte man bestimmt keine Studie. Schwieriger wird es schon, wenn es darum geht, worin sich Lehrkräfte im Unterricht im **Einzelnen** unterscheiden. Z. B. wenn es darum geht, ein Experiment in die Unterrichtsstunde einzubinden oder mit Fehlvorstellungen von Schülern umzugehen. Für den Biologieunterricht liegen dafür und für viele weitere Aspekte bisher keinerlei Daten vor! Mit Ihrer Unterstützung möchte ich einen kleinen Beitrag zur Weiterentwicklung der Qualität des unterrichtlichen Handelns von Lehrerinnen und Lehrer im Biologieunterricht leisten. Dies ist nur mit Hinweisen aus der täglichen Praxis des Lehrerberufs möglich, also IHREN Erfahrungen und Wahrnehmungen aus dem Schulalltag.

ANLEITUNG: Sie werden auf den nächsten Seiten zwei Fallbeispiele aus dem Biologieunterricht vorfinden. Ich möchte Sie bitten, dass Sie sich pro Fallbeispiel etwa 30 min Zeit nehmen, um die zugehörigen Fragen in möglichst wenigen, prägnanten Stichworten zu beantworten. Aus testtheoretischen Gründen ist es dabei notwendig, die Fallbeispiele in einem größeren zeitlichen Abstand (etwa eine Woche) zu bearbeiten.

Senden Sie mir bitte anschließend das gesamte ausgegebene Material im beiliegenden Rückumschlag zurück.

Selbstverständlich ist die Teilnahme an dieser Umfrage anonym und freiwillig. Ihre Angaben werde ich absolut vertraulich behandeln. Die Markierungen oben rechts auf den Fragebögen dienen nur dazu, die einzelnen Bögen einander zuzuordnen. Weder durch das Ausfüllen des Bogens noch durch das Unterlassen können Ihnen Nachteile entstehen.

Ich freue mich über Ihre
Mithilfe und bedanke mich
ganz herzlich.

Martin Linsner

A 4: Schritt 2 – Offener Fragebogen zur Beschreibung prototypischer Routinen

Folgende Angaben benötige ich zu Ihrer Person:

- A) Welche Fächer haben Sie studiert? _____
- B) Welche Fächer unterrichten Sie derzeit außer Biologie? _____
- C) In welchem Bundesland unterrichten Sie? _____
- Wie lange unterrichten Sie schon (Angabe in Jahren; exklusive Referendariat)?
- 0-5 ☐ 6-10 ☐ 11-15 ☐ 16-20 ☐ 21-25 ☐ 26-30 ☐ 31-35 ☐ 36-40 ☐
- D) Ich bin ReferendarIn ☐
- An welcher Schulform unterrichten Sie?
- E) Gymnasium ☐ Gesamtschule ☐ Realschule ☐ Hauptschule ☐ Sonstige: ☐ _____
- F) Sie sind: weiblich ☐ männlich ☐

Allgemeiner Hinweis:

Im Anschluss sind zwei fiktive Situation dargestellt, in denen Sie einen Referendar beraten sollen. Diese Beratungssituationen stellt einen **Kontext** dar, der die unterschiedlichen Fragenkomplexe in einen Gesamtzusammenhang stellen soll..

Alle Fragen die im Rahmen dieses Kontextes gestellt werden, zielen dabei immer auf Ihre persönliche Meinung / Ihre persönliche Vorgehensweise im Biologieunterricht d.h. auf "**Ihren ganz persönlichen Stil**" ab, nicht darauf, was Sie tatsächlich einem Referendar empfehlen würden, damit dieser sich weiterentwickeln kann.

Fortsetzung Anhang A 4:

Fallbeispiel I:

Sie sind AusbildungslehrerIn eines Referendars, der für einige Stunden den Unterricht Ihrer Biologieklasse (Jgst. 9/10) übernommen hat. Im Folgenden finden Sie einen tabellarischen Unterrichtsentwurf (Tab. 1, S. 2) für die kommende Unterrichtsstunde des Referendars zum **Thema**

„Unterschiede der Evolutionstheorien von Lamarck und Darwin“.

Inhalte der **vorangegangenen Unterrichtsstunde** waren: Erkennen von Homologien und Analogien an präparierten Tieren; Erklärung von Merkmalsunterschieden als Resultat der Anpassung an die jeweilige Umwelt der Tiere.

Er gibt Ihnen folgende **Lehr-/Lernziele** für die kommende Unterrichtsstunde (**45 min**) an:

Die Schülerinnen und Schüler:

1. können die Evolutionstheorien Lamarcks und Darwins gegeneinander abgrenzen.
2. können die Evolutionstheorien Darwins und Lamarcks auf Beispiele aus der Zoologie anwenden.
3. können mit Hilfe ihrer Kenntnisse über Vererbung begründen, weshalb die Evolutionstheorie Darwins stichhaltiger ist.
4. können Äußerungen zur Entwicklung biologischer Merkmale von Tieren und Pflanzen den Theorien Lamarcks und Darwins zuordnen.
5. problematisieren den der Theorie Darwins zu Grunde liegenden Selektionsbegriff im Hinblick auf die Gesellschaft und gelangen so zu einer kritischen Einstellung gegenüber sozial-darwinistischen Aussagen.

1.) Da Ihnen die Unterrichtsstunde (Tab. 1, S. 2) so nicht zusagt, denken Sie sich „das würde ich ganz anders machen...“

[Alle in Tabelle 1 genannten Materialien finden Sie, **falls benötigt**, im „Anhang zu Fallbeispiel I“]

a) Bitte *überlegen* Sie sich eine nach Ihrer Vorstellung optimale Stunde zum angegebenen Thema und kreuzen Sie die Lehr-/Lernziele an, die *Sie* in der Stunde umsetzen würden bzw. ergänzen Sie passende Lehr-/Lernziele!

„Folgende Ziele übernehme ich“: 1. ☐ 2. ☐ 3. ☐ 4. ☐ 5. ☐

„Folgende Ziele sollen die Schüler in meiner Unterrichtsstunde erreichen“:

Fortsetzung Anhang A 4:

Tab. 1 Unterrichtsentwurf des Referendars:					
Phase	Inhaltliche Schwerpunkte	Lehreraktionen	Medien	Sozialform	Aufgabenstellungen
Motivierung; Erarbeitung	Einführung zweier Evolutionstheorien am Beispiel langer Giraffenhälsen	- L. legt Folie auf, nennt Stunden- vorhaben: „Wir beschäftigen uns heute mit den Theorien zweier berühmter Forscher.“ - L. teilt Klasse in 2 Gruppen, verteilt 2 Arbeitsblätter und gibt Bearbeitungshinweise - L. fixiert Stundenthema an Tafel	OHP ¹ , Folie 1, Arbeits- blätter 1 und 2, Tafel, Hefter	Lehrervortrag; - arbeitsteilige Partnerarbeit	Übertrag das Stundenthema in euer Heft!
P1	1A	1B	1C	1D	1E
Auswertung / Ergebnis- sicherung	Zusammenfassender Vergleich der beiden Theorien	- L. legt Folie 2 auf - L. fordert SuS ² zur Erläuterung der beiden Theorien als Ergebnis der Partnerarbeit auf - Sicherung an Tafel durch L. - L. gibt Hinweis, dass beide Forscher keine Genetikkenntnisse besaßen (Mendel)	OHP, Folie 2	Unterrichts- gespräch (fragend- entwickelnd)	- Nennt Unterschiede zwischen beiden Theorien! - Begründet, welche Theorie Ihr plausibler findet! - Begründet, welche Theorie eurer Ansicht nach die jüngere ist! -Übertrag die Ergebnisse in Euer Heft!
P2	2A	2B	2C	2D	2E
Anwendung u. Festigung	Wiederholung von Merkmalen der Theorien	- L. verteilt Papierschnipsel und erteilt Arbeitsauftrag	Papier- schnipsel	Einzelarbeit	Ordnet die Beispiele auf den Papierschnipseln den beiden Theorien zu und begründet eure Zuordnung!
P3	3A	3B	3C	3D	3E
Auswertung / Problemati- sierung	Anwendung des Gelernten auf Zeitungsausschnitt, Einführung in Sozial- Darwinismus	- L. hält Zeitungswerbung von AVENTIS hoch (Werbung zur Firmenfusion: „Survival of the fittest“ - L. liest Werbetext vor	Zeitungs- werbung	Unterrichts- gespräch	Erklärt und bewertet das Gezeigte!
P4	4A	4B	4C	4D	4E
Stundenende	---	---	---	---	---
P5	5A	5B	5C	5D	5E

¹ OHP: Overhead-Projektor² SuS: Schülerinnen und Schüler

Seite 2 von 4

2.) Sie haben den Referendar bisher nur wenige Stunden im Unterricht beobachten können, sind aber bereits zu dem Schluss gekommen, dass seine Unterrichtsstunden vor allem durch die Wahl seiner Unterrichtseinstiege nicht optimal verlaufen sind. Sie wollen ihm daher ein Beispiel liefern, wie man die Unterrichtsstunde zum Thema „Unterschiede der Evolutionstheorien von Lamarck und Darwin“ nach Ihrer Vorstellung optimal beginnen kann.

a) Bitte vervollständigen Sie das unten angegebene Raster (Tab. 2) für den Unterrichtseinstieg. Sie müssen sich dazu nicht am beiliegenden Material orientieren, sondern Sie können einen davon vollständig unabhängigen Unterrichtseinstieg konzipieren.

Tab. 2 Ihr Unterrichtsentwurf für den Unterrichtseinstieg zum Thema „Unterschiede der Evolutionstheorien von Lamarck und Darwin“:

Phase	Inhaltliche Schwerpunkte	Lehreraktionen	Medien	Sozialform	Aufgabenstellungen
Unterrichtseinstieg					

b) Schätzen Sie bitte ein, wie die Schülerinnen und Schüler auf den von Ihnen gewählten Unterrichtseinstieg reagieren werden:

c) Wie viel Zeit planen Sie in etwa für diesen Unterrichtseinstieg ein? [Minuten]

3.) Einige Tage später beobachten Sie die oben (Tab. 1) dargestellte Unterrichtsstunde des Referendars. Während der Unterrichtsstunde meldet sich eine durchschnittlich gute Schülerin und fragt: „Die Giraffen haben doch so einen langen Hals, weil die sich früher immer so gestreckt haben.“ Zu Ihrem Erstaunen geht der Referendar jedoch überhaupt nicht auf diese Frage ein. Schon während der Unterrichtsstunde überlegen Sie sich, was Sie im Anschluss zu dem Referendar sagen werden.

a) Falls Sie der Meinung sind, der Referendar hätte reagieren müssen: Zu welchem Zeitpunkt würden Sie dem Referendar empfehlen auf die Schüleräußerung zu reagieren?

Seite 3 von 4

Fortsetzung Anhang A 4:

b) Was würden Sie ihm empfehlen, um angemessen auf die Frage der Schülerin reagieren?
Beschreiben Sie dies bitte so kurz und konkret wie möglich.

- Lehrerverhalten

- welches Medium einsetzen?

- welche Sozialform einsetzen?

- welche Unterrichtsmethode einsetzen?

c) Nach der Stunde teilt Ihnen der Referendar mit, dass ihn die Äußerung der Schülerin sehr gestört hat. Sie entgegnen: „Eigentlich finde ich es gut, dass die Schülerin diese Frage gestellt hat!“ Welche Argumente führen Sie dafür an?

☐ Ich schließe mich der Meinung des Referendars an.

4) Der Referendar bittet Sie, über seine Unterrichtsplanung für **eine der kommenden** Doppelstunden zu schauen. Er plant ein Modellexperiment zur „Präzipitinreaktion“ (siehe Anhang I, S.3/4), für das er bereits viele kleine Pappstücke gebastelt hat, die die Proteine im Blutserum darstellen. Er ist sich nur noch nicht sicher, was a) inhaltlich und b) methodisch in dieser kommenden Doppelstunde stattgefunden haben muss, bevor die Schüler mit der Arbeit am Modellexperiment beginnen dürfen. a) Was müsste Ihrer Meinung nach bereits **während** dieser kommenden Doppelstunde **inhaltlich** unterrichtet worden sein, **bevor** die SuS mit dem Modellexperiment beginnen dürfen?

b) Was müsste **während** dieser kommenden Doppelstunde **methodisch** bereits stattgefunden haben?

c) Welche Medien und Sozialformen müssten **während** dieser kommenden Doppelstunde bereits eingesetzt worden sein?

d) Welche Sozialform würden Sie für das Modellexperiment wählen?

e) Welche Arbeitsaufträge würden Sie den SuS zur Durchführung des Modellexperiments geben?

5.) In einer der folgenden Unterrichtsstunden übernehmen Sie den Unterricht wieder von Ihrem Referendar. Um den SuS einen „roten Faden“ zu geben, möchten Sie die Inhalte, die Sie gewöhnlich im Rahmen dieser Unterrichtseinheit unterrichten wieder aufgreifen.

a) Zu welchen Inhalten stellen Sie Bezüge während der Unterrichtseinheit „Evolution“ her?

- innerhalb des Themas?

- themenübergreifend?

- fachübergreifend?

b) Welche Methoden nutzen Sie in der Wiederholungsstunde zum Thema „Evolution“, damit die SuS Zusammenhänge herstellen oder herausfinden/ vernetzen können?

- innerhalb des Themas?

- themenübergreifend?

- fachübergreifend?

Mit Fallbeispiel II bitte erst nach ungefähr einer Woche fortfahren!!!

Fortsetzung Anhang A 4:

Fallbeispiel II:

Sie sind AusbildungslehrerIn eines weiteren Referendars, der für einige Stunden den Unterricht (Jgst. 9/10) Ihrer Biologiekasse übernommen hat. Im Folgenden finden Sie einen tabellarischen Unterrichtsentwurf (Tab. 3, S. 6) für die kommende Unterrichtsstunde des Referendars zum **Thema**

„Blutgruppen und ihre Bedeutung für Bluttransfusionen“.

Inhalte der **vorangegangenen Unterrichtsstunden** waren: Aufgabe des Blutes, Blutkreislauf und Blutbestandteile.

Er gibt Ihnen folgende **Lehr-/Lernziele** für die kommende Unterrichtsstunde (**45 min**) an:

Die Schülerinnen und Schüler sollen:

1. einen Einblick in die historischen Versuche zur Bluttransfusion mit ihren meist fatalen Folgen erhalten
2. die Verdienste Karl Landsteiners um die Aufklärung der Blutgruppenunverträglichkeit einsehen
3. das ABO-System zur Klassifizierung menschlicher Blutgruppen kennen
4. die mögliche Agglutination bei Bluttransfusionen als Antigen-Antikörper-Reaktion verstehen
5. die Bedeutung der Bluttransfusion für die Medizin verstehen.

1.) Da Ihnen die Unterrichtsstunde (Tab. 1, S. 2) so nicht zusagt, denken Sie sich „das würde ich ganz anders machen...“

[Alle in Tabelle 3 genannten Materialien finden Sie, **falls benötigt**, im „Anhang zu Fallbeispiel II“]

a) Bitte *überlegen* Sie sich eine nach Ihrer Vorstellung optimale Stunde zum angegebenen Thema und kreuzen Sie die Lehr-/Lernziele an, die *Sie* in der Stunde umsetzen würden bzw. ergänzen Sie passende Lehr-/Lernziele!

„Folgende Ziele übernehme ich“: 1. ☐ 2. ☐ 3. ☐ 4. ☐ 5. ☐

„Folgende Ziele sollen die Schüler in meiner Unterrichtsstunde erreichen“:

Fortsetzung Anhang A 4:

Tab. 3: Unterrichtsentwurf des Referendars:					
Phase	Inhaltliche Schwerpunkte	Lehreraktionen	Medien	Sozialform	Aufgabenstellungen
Motivierung / Themennennung	Problematik der Blutübertragung bei Blutspenden	- L. skizziert Problemsituation - L. stellt Impulsfrage - L. nennt Thema der Stunde	---	Lehrervortrag, Lehrerfrage	- Stellt Euch vor Ihr müsstest nach einem schweren Unfall eine Blutspende bekommen. Was meint ihr, ist es egal, welches Blut ihr bekommt?
P1	1A	1B	1C	1D	1E
Themenvertiefung 1	Kennenlernen der Blutgruppen und der Antigene anhand des Landsteiner-Experiments	- L. schildert historische Situation - L. stellt Fragen - L. zeigt Folie ¹ und stellt Impulsfrage - L. fasst Ergebnisse zusammen und nennt die 4 Blutgruppen des Menschen	OHP Folie 1	Lehervortrag Unterrichtsgespräch (fragend-entwickelnd)	- Welche Ursachen hatten die Fehlschläge bei der Blutübertragung im 17. Jahrhundert? - Wie lautet das Ergebnis des Landsteiner-Exp.?
P2	2A	2B	2C	2D	2E
Festigung 1		- L. gibt Arbeitsauftrag		Tafel/ Heft	- Schreibt die Zusammenfassung ab
P3	3A	3B	3C	3D	3E
Themenvertiefung 2	Unterscheidung der Blutgruppen	- L. erläutert Fachkenntnisse zu Blutgruppen, Antigenen und -körpern	OHP Folie 2	Lehervortrag Unterrichtsgespräch	
P4	4A	4B	4C	4D	4E
Festigung 2	Unterscheidung der Blutgruppen	- L. gibt Arbeitsblatt aus	OHP Folie 3 Arbeitsblatt 1	Einzelarbeit, Unterrichtsgespräch	- Füllt den Lückentext aus. - Lasst uns die Ergebnisse vergleichen!
P5	5A	5B	5C	5D	5E
Themenvertiefung 3	Bedeutung von Bluttransfusionen	- L. gibt Informationen, z. T. anhand Folie	OHP Folie 4	Lehervortrag	- Das Blut der Blutgruppe 0 kann man auf alle Blutgruppen übertragen. Begründet das!
P6	6A	6B	6C	6D	6E
Festigung 3	Universalspender, Universalempfänger – Definitionen	- L. gibt Arbeitsblatt aus - L. moderiert Besprechung und stellt Impulsfrage	Arbeitsblatt 2, Folie 4	Einzelarbeit, Unterrichtsgespräch	- Lasst uns die Ergebnisse vergleichen! - Warum nennt man Menschen mit der Blutgruppe 0 Universalspender und Menschen mit der Blutgruppe AB Universalempfänger?
P7	7A	7B	7C	7D	7E

Seite 2 von 4

2.) Sie haben den Referendar bisher nur wenige Stunden im Unterricht beobachten können, sind aber bereits zu dem Schluss gekommen, dass seine Unterrichtsstunden vor allem durch die Wahl seiner Unterrichtseinstiege nicht optimal verlaufen sind. Sie wollen ihm daher ein Beispiel liefern, wie man die Unterrichtsstunde zum Thema „Blutgruppen und ihre Bedeutung für Bluttransfusionen“ nach Ihrer Vorstellung optimal beginnen kann.

a) Bitte vervollständigen Sie das unten angegebene Raster (Tab. 3) für den Unterrichtseinstieg. Sie müssen sich dazu nicht am beiliegenden Material orientieren, sondern Sie können einen davon vollständig unabhängigen Unterrichtseinstieg konzipieren.

Tab. 4 Ihr Unterrichtsentwurf für den Unterrichtseinstieg zum Thema „Blutgruppen und ihre Bedeutung für Bluttransfusionen“:

Phase	Inhaltliche Schwerpunkte	Lehreraktionen	Medien	Sozialform	Aufgabenstellungen
Unterrichtseinstieg					

b) Schätzen Sie bitte ein, wie die Schülerinnen und Schüler auf den von Ihnen gewählten Unterrichtseinstieg reagieren werden:

c) Wie viel Zeit planen Sie in etwa für diesen Unterrichtseinstieg ein? [Minuten]

3.) Einige Tage später beobachten Sie die oben (Tab. 3) dargestellte Unterrichtsstunde des Referendars. Während der Unterrichtsstunde meldet sich eine durchschnittlich gute Schülerin und fragt: „Wie war das noch mal? Zur Durchblutung des rechten Beins muss dort Blut hinkommen. Das Herz produziert dafür immer neues Blut...“ Zu Ihrem Erstaunen geht der Referendar jedoch überhaupt nicht auf diese Frage ein. Schon während der Unterrichtsstunde überlegen Sie sich, was Sie im Anschluss zu dem Referendar sagen werden.

a) Falls Sie der Meinung sind, der Referendar hätte reagieren müssen: Zu welchem Zeitpunkt würden Sie dem Referendar empfehlen auf die Schüleräußerung zu reagieren?

Seite 3 von 4

Fortsetzung Anhang A 4:

b) Was würden Sie ihm empfehlen, um angemessen auf die Frage der Schülerin reagieren?
Beschreiben Sie dies bitte so kurz und konkret wie möglich.

- Lehrerverhalten

- welches Medium einsetzen?

- welche Sozialform einsetzen?

- welche Unterrichtsmethode einsetzen?

c) Nach der Stunde teilt Ihnen der Referendar mit, dass ihn die Äußerung der Schülerin sehr gestört hat. Sie entgegnen: „Eigentlich finde ich es gut, dass die Schülerin diese Frage gestellt hat!“
Welche Argumente führen Sie dafür an?

☐ Ich schließe mich der Meinung des Referendars an.

4.) Als **Alternative** zur oben dargestellten Unterrichtsstunde (45min), plant der Referendar für eine **Doppelstunde** das „Landsteinexperiment“ mit Kunstblut durchzuführen. Er ist sich nur noch nicht sicher, was in dieser alternativen Doppelstunde a) inhaltlich und b) methodisch stattgefunden haben muss, bevor die Schüler mit dem Experimentieren beginnen dürfen.

a) Was müsste Ihrer Meinung nach bereits **während** dieser kommenden Doppelstunde **inhaltlich** unterrichtet worden sein, **bevor** die SuS mit dem Experiment beginnen dürfen?

b) Was müsste **während** dieser kommenden Doppelstunde **methodisch** bereits stattgefunden haben?

c) Welche Medien und Sozialformen müssten **während** dieser kommenden Doppelstunde bereits eingesetzt worden sein?

d) Welche Sozialform würden Sie für das Experiment wählen?

e) Welche Arbeitsaufträge würden Sie den SuS zur Durchführung des Experiments geben?

5.) In einer der folgenden Unterrichtsstunden übernehmen Sie den Unterricht wieder von Ihrem Referendar. Um den SuS einen „roten Faden“ zu geben, möchten Sie die Inhalte, die Sie gewöhnlich im Rahmen dieser Unterrichtseinheit unterrichten wieder aufgreifen.

a) Zu welchen Inhalten stellen Sie Bezüge während der Unterrichtseinheit „Blut und Blutkreislauf“ her?

- innerhalb des Themas?

- themenübergreifend?

- fachübergreifend?

b) Welche Methoden nutzen Sie in dieser Wiederholungsstunde zum Thema „Blut und Blutkreislauf“, damit Schülerinnen und Schüler Zusammenhänge herstellen oder herausfinden/vernetzen können?

- innerhalb des Themas?

- themenübergreifend?

- fachübergreifend?

VIELEN DANK FÜR IHRE TEILNAHME!!!

Fortsetzung Anhang A 4:

Anhang zu Fallbeispiel I

Das hier dargestellte Material ist zur Bearbeitung des Fragebogens **nicht** zwingend erforderlich, soll aber die dargestellten Unterrichtsstunden besser illustrieren, um Zweifel zu vermeiden. Sie können das Material für Ihren geplanten Unterrichtseinstieg (siehe Aufg. 2) verwenden und dürfen alle Änderungen an diesem Material vornehmen, die Sie für sinnvoll erachten.

Zu 1)

Folie 1:



Folie 2:

Kreis: Population von Giraffen


 = Länge der Giraffenhäse

Arbeitsblatt 1:

Woher kommen die langen Giraffenhäse?Evolutionstheorie von **Charles Darwin**

- In der Population einer Art treten Unterschiede in der Ausbildung der Merkmale (z. B. in der Farbe, Größe, dem Aufbau, der Funktion) auf. Darwin sprach von einer *natürlichen Variabilität* der Art.
- Jede Art erzeugt mehr Nachkommen, als rein rechnerisch zur Erhaltung der Art notwendig wären.
- Es setzen sich in einer Art Wettbewerb nur diejenigen durch und gelangen auch zur Fortpflanzung, die an die herrschenden Umweltbedingungen am besten angepasst sind. Darwin sprach auch von einer *natürlichen Selektion* (Auslese). Nur die Besten würden durch die Umweltfaktoren ausgelesen.

Aufgaben:

- Erläutere mit Hilfe der Theorie die Entstehung der langen Giraffenhäse!
- Erläutere mit Hilfe der Angaben die Entstehung der unterschiedlichen Wirbeltierextremitäten!
- Beurteilt unter Verwendung eurer bisherigen Kenntnisse die Theorie von Darwin!

Fortsetzung Anhang A 4:

Arbeitsblatt 2:

Woher kommen die langen Giraffenhäse?

Evolutionstheorie von Jean Lamarck

- Veränderte Umweltbedingungen rufen bei den Lebewesen unterschiedliche Bedürfnisse hervor.
- Der häufige Gebrauch von Organen führt zu einer Entwicklung, Kräftigung und Vergrößerung des Organs. Dagegen würde der Nichtgebrauch von Organen zur Schwächung, Rückbildung bzw. Verkleinerung und schließlich zum Verschwinden der Organe führen.
- Die neu erworbenen Organe (bzw. Eigenschaften) werden auf die Nachkommen vererbt, wenn sie bei beiden Geschlechtern vorkommen.

Aufgaben:

- Erläutere mit Hilfe der Theorie die Entstehung der langen Giraffenhäse!
- Erläutere mit Hilfe der Angaben die Entstehung der unterschiedlichen Wirbeltierextremitäten!
- Beurteile unter Verwendung eurer bisherigen Kenntnisse die Theorie von Lamarck!

Papierschnipsel: (grau/kursiv= Lösung)

A

"Die Vorderbeine des Kängurus, die dieses sehr wenig gebraucht, sind im Verhältnis zu den übrigen Teilen zurückgeblieben. Die Hinterbeine, die beinahe immer in Tätigkeit sind, haben hingegen eine beträchtliche Entwicklung erlangt und sind sehr groß und stark geworden. Der Schwanz endlich, der zur Ausführung der hauptsächlichsten Bewegungen stark gebraucht wird, hat an seiner Basis eine äußerst ansehnliche Dicke und Kraft erlangt." (Lamarck)

B

"Eine Rose hat durch ihre Stacheln einen Vorteil: Sie wird von Pflanzenfressern ungern verzehrt. Rosen mit nur wenigen oder gar keinen Stacheln werden häufiger gefressen, und in der freien Natur wären sie sicher bald verschwunden. Deshalb haben auch viele andere Sträucher Dornen oder Stacheln." (Darwin)

C

"Ein Hochmoor ist sehr nährstoffarm. Deshalb entwickeln Pflanzen, die dort leben wollen, neue Fähigkeiten, wie z. B. die fleischfressenden Pflanzen Venus-Fliegenfalle oder Sonnentau." (Lamarck)

D

"Ein Polarfuchs hat im Gegensatz zum Wüstenfuchs deshalb kleinere Ohren, da diese in der Kälte nur schlecht durchblutet wären und Polarfüchse mit großen Ohren zwangsläufig häufiger an Erfrierungen sterben würden. Beim Wüstenfuchs ist es so, dass er nur nachts jagt und deshalb gut hören können muss. Große Ohren bedeuten also einen Vorteil für ihn." (Darwin)

Quelle (Folie 2, Folienschnipsel und Arbeitsblatt 1, 2) (verändert): www.interlektor.de: Unterrichtsentwürfe, Unterrichtsmaterial, Tipps für Lehrproben und das Staatsexamen, Deutschunterricht, Biologieunterricht, Links für Biologie und Deutsch. www.interlektor.de. Online verfügbar unter <http://www.schinka.de/biol0-evo-u-lamarck-darwin.php3>, zuletzt geprüft am 11.07.2007.

Fortsetzung Anhang A 4:

Zu 3) Information zum Präzipitintest (kein Schülermaterial des Referendars):

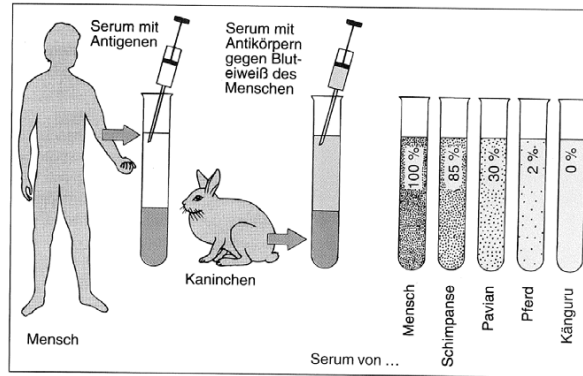


Abb. 1 Bestimmung der Ähnlichkeit von Proteinen verschiedener Arten

Proteine verschiedener Arten ähneln einander. Wie stark, das lässt sich mit einem Test nachweisen: Spritzt man einem Kaninchen Menschenblut ein, so bildet es gegen die darin enthaltenen Fremdproteine Antikörper. Nach einiger Zeit entnimmt man diesem Kaninchenblut und isoliert das Serum mit den Antikörpern. Gibt man zu dem Serum erneut Menschenblut, dann werden durch die Antikörper die Fremdproteine verklumpt und ausgefällt. Das Serum wird trüb. Diese Reaktion bezeichnet man als Präzipitinreaktion. Auch wenn man zu dem Serum aus dem Kaninchenblut Blut anderer Arten gibt, erfolgt eine Trübung. Da aber nur die Proteine ausgefällt werden, die mit den menschlichen Proteinen identisch sind, nimmt der Grad der Trübung ab, je weniger die Arten mit dem Menschen verwandt sind. Mit der Präzipitinreaktion kann man daher den Verwandtschaftsgrad zwischen verschiedenen Arten ermitteln.

Quelle:

Bergmann, Hans-Heiner et al. (1996): Biologie - Realschule Nordrhein-Westfalen - Band 3: 9./10. Schuljahr - Schülerbuch. Berlin: Cornelsen-Verlag

Modellexperiment zur Präzipitinreaktion

Material: Folienkopie mit Serumproteinmodellabbildungen; 4 Bechergläser (z.B. 200 ml); Klingeldraht; Rundzange; Kneifzange; Schere; Locher.

Durchführung: Die Serumproteinmodelle der Folienkopie werden ausgeschnitten und an den gekennzeichneten Stellen gelocht.

Aus 12 cm langen Klingeldrahtstücken (z.B. 40 Stück) werden kleine „Zwillen“ geformt, wobei zur Hälfte die V-Enden zum „Haken“ umgeknickt bzw. zu „Ösen“ (Ø 8 mm) geformt werden (s. Abb. 2).

Analogisierung:

Folienteil	=	Serumprotein bestimmter Konformation
Loch	=	Antikörper-Anheftungsstelle (Konformationsänderung durch Mutation)
Y-Drahtstück	=	Antikörper
Öse am Y-Drahtstück	=	spezifische Antigen-Bindungsstelle
Haken am Y-Drahtstück	=	spezifische Antigen-Bindungsstelle

Fortsetzung Anhang A 4:

Funktion: Die vier Bechergläser dienen als Behälter für die Blutseren von vier (exemplarisch gewählt) Wirbeltieren (z.B. Känguru, Rind, Orang-Utan und Mensch). Die Bechergläser werden mit Serumprotein-Modellen in der Weise wie Abb.2 bestückt. Das fünfte Becherglas enthält das Anti-Human-Serum, vereinfacht nur die Antikörper-Modelle (mit Haken). Nun werden in jedes Becherglas 5 Antikörper-Modelle gegeben. Durch „Einhaken“ der bivalenten Antikörper-Modelle in die Anheftungsstellen der Serumproteine lassen sich „Verklumpungen“ herstellen (siehe Abb. 3 unten). Die Ausbildung von Antikörper-Anheftungsstellen, den Antigenen, ist auf die genetische Information der DNA zurückzuführen. Betrachtet man die Verwandtschaftsbeziehungen eines Serumproteins der im Material angegebenen Wirbeltiere, so lassen sich die Konformationsänderungen vereinfacht auf Veränderungen der DNA, auf Mutationen, zurückführen. Auf diese Weise kann ein einfacher „Stammbaum“ konstruiert werden.

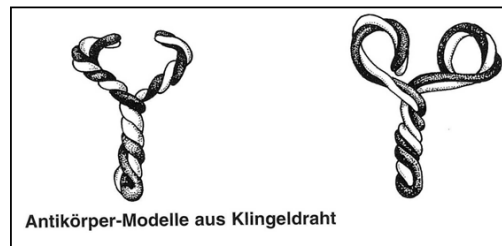


Abb. 2

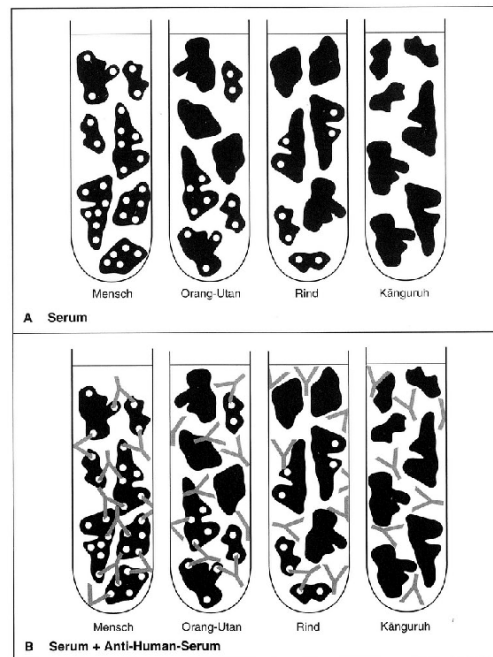


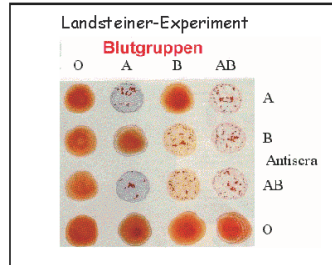
Abb. 3

Quelle: Joenicke, Joachim (1997): Evolution. Köln: Aulis-Verl. Deubner (Materialien-Handbuch Kursunterricht Biologie / Hrsg., Bd. 6): 5. 82-90.

Fortsetzung Anhang A 4:

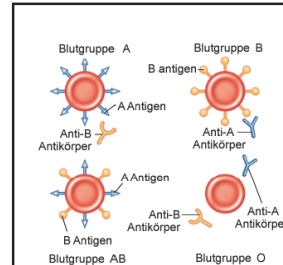
Anhang zu Fallbeispiel II: (Anmerkungen s. Kasten „Anhang zu Fallbeispiel I“)

Folie 1:



Bilder: E. Bauer: "Humanbiologie" Cornelsen-Velhagen & Klasing

Folie 2:

*Arbeitsblatt 1 / Folie 3: (grau/kursiv= Lösung)*

Man unterscheidet 2 Antigene auf den roten Blutkörperchen, Antigen A und Antigen B. Besitzt man das Antigen A, hat man die Blutgruppe *A*. Befindet sich das Antigen *B* auf den roten Blutzellen, so hat man die Blutgruppe B. Bei der Blutgruppe AB findet man *beide* Antigene und bei der Blutgruppe *O* keine.

Auch bei den *Antikörpern* im Plasma werden 2 unterschieden, *Antikörper A* und *Antikörper B*. Das Blutplasma der Blutgruppe A enthält *B*-Antikörper, Plasma der Blutgruppe B enthält dagegen *A*-Antikörper. Hat man die Blutgruppe *AB*, befinden sich keine Antikörper im Blut und bei der Blutgruppe *O* kommen beide Antikörper (*A und B*) vor.

Bringt man unterschiedliche Blutgruppen zusammen, *verklumpen* die roten Blutzellen miteinander. Diese Verklumpung wird durch die *Antikörper* ausgelöst.

Arbeitsblatt 2 / Folie 4: (grau/kursiv= Lösung)

Blutgruppe	A	B	AB	O
auf den roten Blutkörperchen befindet sich:	 <i>Antigen A</i>	 <i>Antigen B</i>	 <i>Antigen A und Antigen B</i>	 <i>keine Antigene</i>
im Blutplasma befindet sich:	<i>Antikörper B</i>	<i>Antikörper A</i>	<i>keine Antikörper</i>	<i>Antikörper A und B</i>
kann Blut empfangen der Blutgruppe:	<i>A, O</i>	<i>B, O</i>	<i>A, B, AB, O</i>	<i>O</i>

Quelle (Folie 2, 3 und Arbeitsblatt 1, 2): Hamm, Rüdiger: 4teachers: Lehrproben, Unterrichtsentwürfe und Referate für Lehrer und Referendare! Online verfügbar unter <http://www.4teachers.de/?action=show&sid=ce7a1e2e39cfd6860c1e01a84e97a244&id=4253&page=2>, zuletzt geprüft am 11.07.2007.

A 5: Schritt 4 – Geschlossener Fragebogen, Anschreiben

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

FB Biologie und Geografie • Didaktik der Biologie •
Universität Duisburg-Essen • Universitätsstr. 5 • 45117 Essen

FB Biologie und Geografie
Didaktik der Biologie

Martin Linsner

Telefon (02 01) 1 83 - 2470
E-Mail martin.linsner@uni-due.de
Gebäude Universitätsstr. 5, S05 T04 B79

Sekretariat: Susanne Kups
Telefon (02 01) 1 83 - 3168
Fax (02 01) 1 83 - 4673
E-Mail biologiedidaktik@uni-due.de
Gebäude Universitätsstr. 5, S05 T04 B67

Datum im April 2008

Sehr geehrte Biologiekollegin, sehr geehrter Biologiekollege,

„Jeder gestaltet seinen Unterricht anders!“

Um diese Aussage zu bestätigen, bräuchte man bestimmt keine Studie. Schwieriger ist es festzustellen, worin sich Lehrkräfte *im Einzelnen* in ihrem unterrichtlichen Handeln unterscheiden. Z. B. wenn es darum geht, ein Experiment in die Unterrichtsstunde einzubinden oder mit Schülerfehlern umzugehen. Für den Biologieunterricht liegen dafür und für viele weitere Aspekte bisher keinerlei Daten vor.

Mit Ihrer Unterstützung möchte ich im Rahmen einer aktuellen Studie an der Universität Duisburg-Essen einen kleinen Beitrag zur Weiterentwicklung der Qualität des unterrichtlichen Handelns von Lehrerinnen und Lehrern im Biologieunterricht leisten. Dies ist nur mit Hinweisen aus der täglichen Praxis des Lehrberufs möglich, also IHREN Erfahrungen und Wahrnehmungen aus dem Schulalltag.

Bitte entscheiden Sie im angefügten Fragebogen inwieweit die beschriebenen Handlungsmöglichkeiten im Biologieunterricht Ihrem persönlichen Unterricht ähnlich sind bzw. inwieweit sich diese völlig von Ihrem Unterricht unterscheiden.

Bitte senden Sie anschließend die ausgefüllten Fragebögen im beiliegenden Umschlag an die Universität zurück. Damit die Studie zeitnah ausgewertet werden kann, bitte ich Sie um eine Rücksendung **bis 20. Mai 08**.

Alle erhobenen Daten werden selbstverständlich vertraulich behandelt, anonymisiert ausgewertet und nicht an Dritte weitergegeben.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung! Als kleines Dankeschön können Sie an einer Verlosung teilnehmen, nähere Informationen entnehmen Sie bitte der Rückseite.



Martin Linsner
(Biologielehrer im Hochschuldienst)

☞ Bitte wenden!

Projekt im Rahmen von



gefördert durch



mit freundlicher Unterstützung von



Fortsetzung Anhang A 5:

Sehr geehrte Biologiekollegin, sehr geehrter Biologiekollege,

für Ihre Teilnahme möchte ich mich gerne bedanken. Bei Interesse informiere ich Sie gerne nach Abschluss der Studie in Form einer kostenlosen CD-ROM über die Ergebnisse.

Außerdem verlose ich unter allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern 5 Exemplare der „Purves-Biologie“-CD-ROM aus dem Spektrum-Verlag sowie aus dem Cornelsen-Verlag „Fundgrube Biologie“, „Biologie-Didaktik“, „Handreichung Biologie Oberstufe“ und die CD-ROM „Gentechnik“, die mir freundlicherweise von den Verlagen zur Verfügung gestellt wurden. Füllen Sie dazu bitte die folgenden Felder aus und legen Sie diesen Zettel dem Rückumschlag bei. Er wird, um die Anonymität der Daten zu gewährleisten, sofort nach dem Eintreffen von dem Fragebogen getrennt.

☐ Ich möchte über die Studienergebnisse informiert werden.

☐ Ich möchte an der Verlosung teilnehmen (Der Rechtsweg ist ausgeschlossen!).

Meine E-Mail-Adresse: _____

--✂-----

Projekt im Rahmen von



gefördert durch



mit freundlicher Unterstützung von



A 6: Schritt 4 – Geschlossener Fragebogen zur Unterscheidung inhaltspezifischer und inhaltsunspezifischer prototypischen Routinen

Abteilung für Didaktik der Biologie; FB BioGeo
Universitätsstr. 5, 45117 Essen
Martin Linsner; martin.linsner@uni-due.de
Tel.: (0201) 183-2470

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Fragebogen für Biologielehrkräfte zum unterrichtlichen Handeln im Biologieunterricht

ANLEITUNG: Kreuzen Sie bitte auf den folgenden Seiten an, inwiefern die beschriebenen Handlungsmöglichkeiten **Ihrem ganz persönlichen Biologieunterricht** nahekommen oder sich von Ihrem Unterricht unterscheiden. Bitte setzen Sie dazu in jede Zeile genau ein Kreuz, da der Bogen ansonsten nicht auswertbar ist. Es gibt dabei keine richtigen oder falschen Antworten. Falls Sie Ihre Vorgehensweise nicht wiederfinden, ergänzen Sie diese bitte in kurzen Stichworten in dem dafür vorgesehenen Feld.

Beispiel:

Kreuzen Sie bitte an, inwieweit die folgenden Nachspeisen Ihren Vorlieben entsprechen.

Nach einem vorzüglichen Mittagessen haben Sie die Möglichkeit verschiedene Nachspeisen von einem Buffet zu wählen.

	Kommt meinen Vorlieben sehr nah	Kommt meinen Vorlieben nah	Ist weit von meinen Vorlieben entfernt	Ist sehr weit von meinen Vorlieben entfernt
1. Eis	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Vanillepudding	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Herzhafter Käse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Joghurt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Ich ziehe folgende Alternative vor: Obst, z. B. einen Apfel; Pfirsichquark

Senden Sie mir bitte anschließend den ausgefüllten Bogen im beiliegenden Rückumschlag

bis 5. Mai 08 zurück.

Ich freue mich über Ihre Mithilfe und
bedanke mich ganz herzlich.

Mit freundlichen Grüßen



Martin Linsner



Fortsetzung Anhang A 6:

Folgende allgemeine Angaben benötigen wir, um die Repräsentativität der Stichprobe einzuschätzen:

- A) Welche Fächer haben Sie studiert? _____
- B) Welche Fächer unterrichten Sie derzeit außer Biologie? _____
- C) In welchem Bundesland unterrichten Sie? NRW ☐ anderes Bundesland: _____
Wie lange unterrichten Sie schon (Angabe in Jahren; exklusive Referendariat)?
0-5 ☐ 6-10 ☐ 11-15 ☐ 16-20 ☐ 21-25 ☐ 26-30 ☐ 31-35 ☐ 36-40 ☐
- D) Ich bin ReferendarIn ☐
- E) An welcher Schulform unterrichten Sie?
Gymnasium ☐ Gesamtschule ☐ Realschule ☐ Hauptschule ☐ sonstige: _____
- F) Sie sind: weiblich ☐ männlich ☐
- G) Haben Sie am Projekt "Biologie im Kontext (bik)" teilgenommen? ja ☐ nein ☐

Fortsetzung Anhang A 6:

I. Unterrichtseinstieg „Blut/ Blutkreislauf“:

Kreuzen Sie bitte an, inwieweit die folgenden **Unterrichtseinstiege** Ihrem Unterricht ähnlich sind.

Stellen Sie sich bitte eine Unterrichtsstunde in der Unterstufe zu den Inhalten Blutdruck, Puls und Herzschlag vor. Exemplarisches Lernziel dieser Stunde: Die SuS¹ erklären den Zusammenhang zwischen gemessenem Puls / Herzfrequenz in Abhängigkeit von der körperlichen Belastung.

	Kommt meinem Unter- richt sehr nah	Kommt meinem Unter- richt nah	Ist meinem Unter- richt fern	Ist meinem Unter- richt sehr fern
1. Ich lasse die SuS zu Beginn der Stunde ein Experiment durchführen, bei dem sie Blutdruck und Puls mit und ohne Belastung (z. B. beim Treppensteigen) messen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Zu Beginn der Unterrichtsstunde wiederhole ich zunächst die Inhalte der letzten Unterrichtsstunde und entwickle daraus Fragen für die heutige Stunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ich informiere die SuS zu Beginn der Stunde über den weiteren Unterrichtsverlauf und das anstehende Experiment zum Herzschlag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ich lasse die SuS zu Beginn der Stunde ihre Erfahrungen beim Treppensteigen im Hinblick auf die Reaktionen des menschlichen Körpers auf Belastungen berichten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich starte, indem ich den SuS eine Tabelle zeige, in der der Puls in Abhängigkeit von der körperlichen Belastung (Schlaf, Sitzen in der Schule, sportliche Betätigung) dargestellt ist. Die SuS sollen den Zusammenhang erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Die SuS fassen zu Beginn der Stunde die Ergebnisse der letzten Stunde zusammen und entwickeln daraus Überlegungen zum Ablauf der heutigen Unterrichtsstunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich teile den SuS mit, was sie lernen sollen (Blutdruck, Puls, Herzschlag und Blutkreislauf), wie sie es lernen sollen (Experiment) und warum sie es lernen sollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Die SuS spielen zu Beginn der Stunde ein Spiel zum Blutkreislauf („Das Blutkreislaufspiel“), in dem die zentralen Konzepte angesprochen werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Die SuS berichten zu Beginn der Stunde von ihren Erfahrungen und Beobachtungen aus dem Sportunterricht bezüglich der Reaktionen des menschlichen Körpers auf Belastungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Die SuS sollen zu Beginn der Stunde die notwendigen Schritte überlegen, um folgende Fragestellung zu klären „Ändert sich der Puls am großen Zeh während eines Kopfstandes?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Die SuS fertigen eine Übersicht (z. B. Mindmap) an und entwickeln daraus Fragen zu Blutdruck, Puls, Herzschlag und Blutkreislauf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Ich skizziere zu Beginn der Unterrichtsstunde an der Tafel die zentralen Begriffe der heutigen Unterrichtsstunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Die SuS spielen zu Beginn der Stunde ein Spiel, bei dem Abbildungen von Personen in unterschiedlichen Tätigkeiten verschiedenen Pulsfrequenzen zugeordnet werden sollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ich sammle zu Beginn der Stunde mit den SuS an der Tafel Beispiele, in welchen Situationen sich ihr Puls verändert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Ich werfe zu Beginn der Unterrichtsstunde die Frage auf, warum sehr gut trainierte Sportler einen Ruhepuls von bis zu 35 Schlägen pro Minute haben und vergleiche diese Messwerte mit untrainierten Personen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:				

¹ SuS: Schülerinnen und Schüler

Fortsetzung Anhang A 6:

II. Unterrichtseinstieg „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe“:

Kreuzen Sie bitte an, inwieweit die folgenden **Unterrichtseinstiege** Ihrem Unterricht ähnlich sind.

Stellen Sie sich bitte eine Stunde in der Mittelstufe zu den Inhalten Nahrungsnetz, Produzent, Konsument und Destruent vor. Exemplarisches Lernziel dieser Stunde: Die SuS ordnen verschiedene Lebewesen zu einem Nahrungsnetz und benennen die einzelnen Funktionsglieder mit den Fachbegriffen Produzenten, Konsumenten, Destruenten.

	Kommt meinem Unter- richt sehr nah	Kommt meinem Unter- richt nah	Ist meinem Unter- richt fern	Ist meinem Unter- richt sehr fern
16. Ich lasse die SuS zu Beginn der Unterrichtsstunde Fotokarten mit verschiedenen Tieren und Pflanzen zu einem Nahrungsnetz zusammenlegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Zu Beginn der Unterrichtsstunde wiederhole ich zunächst die Inhalte der letzten Unterrichtsstunde und entwickle daraus Fragen für die heutige Stunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Ich informiere die SuS zu Beginn der Unterrichtsstunde ausführlich über die im weiteren Unterrichtsverlauf zentralen Begriffe (Produzenten, Konsumenten, Destruenten), die Inhalte der Arbeitsphase und das weitere Vorgehen in der Stunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Zu Beginn der Unterrichtsstunde sammle ich mit den SuS ihnen bereits bekannte Nahrungsbeziehungen (z.B. Hase – Fuchs, Katze – Maus, Blume – Raupe, Gras – Kuh, etc.).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Ich problematisiere ein Beispiel, welches sich aus den Nahrungsbeziehungen ergibt, z. B. die Belastung der Inuit (Eskimos) durch Schwermetalle oder DDT, welches ursprünglich vom Äquator stammt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Zu Beginn der Unterrichtsstunde fassen die SuS die Ergebnisse der letzten Stunde zusammen und leiten daraus Überlegungen zum Ablauf der heutigen Stunde ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Ich teile den SuS mit, was sie lernen sollen (Produzenten, Konsumenten, Destruenten), wie sie es lernen sollen (z. B. Modellexperiment) und warum sie es lernen sollen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Die SuS führen zu Beginn der Unterrichtsstunde im Klassenraum ein Rollenspiel durch, bei dem sie die verschiedenen Organismen / Glieder des Nahrungsnetzes darstellen und die Relationen selbst entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Zu Beginn der Unterrichtsstunde sehen die SuS einen kurzen Filmausschnitt, in dem ein Hai eine Robbe frisst, die zuvor einen Fisch gefressen hat. Daraus werden später einfache Nahrungsbeziehungen abgeleitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Zu Beginn der Stunde beschäftigen sich die SuS mit der Frage, welche Probleme sich für viele Vögel (Konsumenten zweiter Ordnung) aus der intensiven Behandlung der Felder mit Insektenvernichtungsmitteln ergeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Die SuS fertigen zu Beginn der Unterrichtsstunde eine Übersicht mit ihnen bekannten Begriffen an und entwickeln daraus Fragestellungen zu Nahrungsnetz, Produzent, Konsument und Destruent.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Zu Beginn der Unterrichtsstunde skizziere ich die zentralen Begriffe der heutigen Unterrichtsstunde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Ich lasse die SuS zu Beginn der Unterrichtsstunde ein Spiel spielen, in dem Nahrungsbeziehungen verdeutlicht werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Ich lasse die SuS zu Beginn der Unterrichtsstunde berichten, welche Nahrung typisch für den Menschen ist. Anschließend wird daraus ein Nahrungsnetz abgeleitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Ich werfe zu Beginn der Unterrichtsstunde die Fragestellung auf, warum es für Mäuse und Löwen von Vorteil ist, dass es auf der Welt deutlich mehr Mäuse als Löwen gibt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:				

Fortsetzung Anhang A 6:

III. Experimentieren im Unterricht „Blut/ Blutkreislauf A“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Vorgehen beim Experimentieren am nächsten kommt.

Im Rahmen einer Unterrichtsreihe zum Blutkreislauf in der Unterstufe wollen Sie ein Schülerexperiment zu Puls und Blutdruck mit und ohne körperlicher Belastung durchführen.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
31. Jede/r SuS misst den Blutdruck und den Puls bei sich selbst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Die SuS messen gegenseitig beieinander Blutdruck und Puls.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. Die SuS erhalten einen präzisen, vorgegebenen Arbeitsablauf zur Durchführung des Experiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Ich lasse die SuS das Experiment selbstständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Im Rahmen des Experiments wird der aus dem Unterricht bekannte Zusammenhang von Puls bzw. Blutdruck und Belastung nachvollzogen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. Aus den Beobachtungen wird der zuvor unbekannte Zusammenhang zwischen Puls bzw. Blutdruck und Belastung abgeleitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

IV. Experimentieren im Unterricht „Blut/ Blutkreislauf B“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Vorgehen beim Experimentieren am nächsten kommt.

Im Rahmen einer Unterrichtsreihe zu den Bestandteilen des Blutes in der Mittelstufe wollen Sie ein Experiment zu den Blutgruppen des Menschen durchführen. Dazu haben Sie ein Experiment ausgewählt, mit dem sich die Ergebnisse des Landsteiner-Experiments zur Verträglichkeit verschiedener Blutgruppen mit Hilfe von ungefährlichem Kunstblut gut reproduzieren lassen.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
37. Jede/r SuS führt das Experiment für sich selbst durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38. Die SuS führen das Experiment in Kleingruppen durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39. Die SuS erhalten einen präzisen, vorgegebenen Arbeitsablauf zur Durchführung des Experiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40. Ich lasse die SuS das Experiment selbstständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41. Im Rahmen des Experiments sollen die SuS die bereits aus dem Unterricht bekannten Zusammenhänge zur Verträglichkeit verschiedener Blutgruppen nachvollziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42. Aus den Beobachtungen des Experiments sollen die SuS Regeln für die Verträglichkeit von Blutgruppen ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

Fortsetzung Anhang A 6:

V. Experimentieren im Unterricht „Blut/ Blutkreislauf C“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Vorgehen beim Experimentieren am nächsten kommt.

Im Rahmen einer Unterrichtsreihe zu den Blutbestandteilen und der Funktion des Blutes in der Mittelstufe wollen Sie ein Experiment zur Aufnahme von Gasen durch das Blut durchführen. Dazu haben Sie ein Experiment ausgewählt, bei dem die SuS zwei Erlenmeyerkolben mit Schlachttierblut erhalten. Das Blut im ersten Erlenmeyerkolben wird zunächst mit einem Handblasebalg für einige Minuten mit Raumluft angereichert (Farbe: hellrot), anschließend sollen die SuS mit einem langen Röhrchen ausgeatmete Luft einblasen (Farbe: dunkelrot). Der zweite Erlenmeyerkolben dient als Kontrolle.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
43. Ich verwende grundsätzlich kein Schlachttierblut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44. Jede/r SuS führt das Experiment für sich selbst durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45. Die SuS führen das Experiment in Kleingruppen durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46. Die SuS erhalten einen präzisen, vorgegebenen Arbeitsablauf zur Durchführung des Experiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47. Ich lasse die SuS das Experiment selbstständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48. Im Rahmen des Experiments sollen die SuS die bereits aus dem Unterricht bekannten Zusammenhänge zur Aufnahme von Gasen durch das Blut nachvollziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49. Aus den Beobachtungen des Experiments sollen die SuS Erkenntnisse zum Aussehen des Blutes in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

VI. Experimentieren im Unterricht „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe A“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Vorgehen beim Experimentieren am nächsten kommt.

Begleitend zu einer Unterrichtsreihe Stoffkreisläufe sollen die SuS einen „Flaschengarten“ anlegen und ein „Fenstertagebuch“ führen. Der Flaschengarten besteht aus einer weithalsigen Glasflasche, die mit Kies, Sand, Gartenerde und Komposterde sowie mehreren Pflanzen bestückt werden soll.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
50. Jede/r SuS führt das Experiment für sich selbst durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51. Die SuS führen das Experiment in Kleingruppen durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52. Die SuS erhalten einen präzisen, vorgegebenen Arbeitsablauf zur Durchführung des Experiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
53. Ich lasse die SuS das Experiment selbstständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
54. Im Rahmen des Experiments sollen die SuS die bereits aus dem Unterricht bekannten Zusammenhänge zu Stoff- und Energiekreislauf nachvollziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55. Aus den Beobachtungen des Experiments sollen die SuS, weitgehend selbstständig, Erkenntnisse zu Stoff- und Energiekreisläufen ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

Fortsetzung Anhang A 6:

VII. Experimentieren im Unterricht „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe B“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Vorgehen beim Experimentieren am nächsten kommt.

Während einer Unterrichtseinheit zu Nahrungsnetzen und Räuber-Beute-Beziehungen in der Mittelstufe soll im Klassenzimmer ein Langzeitexperiment zu Veränderungen einer Blattlauskolonie in Anwesenheit von Marienkäfern durchgeführt werden. Dazu werden auf der Fensterbank mit Gaze bedeckte Pflanzen aufgestellt, die von Blattläusen befallen sind.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
56. Jede/r SuS führt das Experiment für sich selbst durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57. Die SuS führen das Experiment in Kleingruppen durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58. Die SuS erhalten einen präzisen, vorgegebenen Arbeitsablauf zur Durchführung des Experiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59. Ich lasse die SuS das Experiment selbstständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60. Im Rahmen des Experiments sollen die SuS die bereits aus dem Unterricht bekannten Zusammenhänge zu Räuber-Beute-Beziehungen nachvollziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61. Aus den Beobachtungen sollen die SuS, weitgehend selbstständig, Erkenntnisse zu Räuber-Beute-Beziehungen ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

VIII. Experimentieren im Unterricht „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe C“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Vorgehen beim Experimentieren am nächsten kommt.

Während einer Unterrichtseinheit zu Nahrungsnetzen und Räuber-Beute-Beziehungen in der Mittelstufe soll ein populationsökologisches Würfelspiel als Modellexperiment durchgeführt werden. Dazu erhalten die SuS einen Spielplan, Spielsteine (Marienkäfer, Blattläuse), Würfel und eine Spieleanleitung. Während des Spiels verändert sich die Anzahl der „Blattläuse“ und der „Marienkäfer“ mehrere Male. Ziel des Spieles ist, dass die SuS während der Simulation die wechselseitige Beeinflussung einer Räuber- (Marienkäfer) und Beutepopulation (Blattläuse) erkennen.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
62. Jede/r SuS führt das Experiment für sich selbst durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
63. Die SuS führen das Experiment in Kleingruppen durch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
64. Die SuS erhalten einen präzisen, vorgegebenen Arbeitsablauf zur Durchführung des Spiels.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
65. Ich lasse die SuS das Spiel selbstständig planen (ggf. auch inkl. Hypothese).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
66. Im Rahmen des Spiels sollen die SuS die bereits aus dem Unterricht bekannten Zusammenhänge zu Populationsschwankungen in Räuber-Beute-Beziehungen nachvollziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
67. Aus der Durchführung des Spiels sollen die SuS Erkenntnisse zu Populationsschwankungen in Räuber-Beute-Beziehungen ableiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

Fortsetzung Anhang A 6:

IX. Umgang mit Schülervorstellungen zum „Blutkreislauf A“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Umgang mit Schülervorstellungen am nächsten kommt.

Im Verlauf einer Unterrichtsstunde in der Unterstufe zum „Blutkreislauf“ erklärt ein Schüler, dass das Blut vom Herzen aus in die Extremitäten fließt und dort verbraucht würde, obwohl Sie den Blutkreislauf in der vorangegangenen Stunde bereits ausführlich und richtig erklärt hatten.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
68. Ich erkläre dem Schüler die Notwendigkeit für den Rückfluss des Blutes noch einmal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
69. Ich erkläre dem Schüler die Bedeutung des Rückflusses an einem anderen Beispiel z. B. dem geschlossenen System einer Etagenheizung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70. Ich zeige dem Schüler am Modell die für den Rückfluss verantwortlichen Blutgefäße.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
71. Ich gehe nicht näher auf den Irrtum des Schülers ein, z.B. weil die Zeit zu knapp ist bzw. weil ich die Vorstellung der SuS an anderer Stelle gesondert aufgreifen werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
72. Ich überlege zusammen mit dem Schüler, wie viel Blut der Körper produzieren müsste, wenn seine Annahme richtig wäre und erzeuge so einen kognitiven Konflikt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:				

X. Umgang mit Schülervorstellungen zum „Blutkreislauf B“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Umgang mit Schülervorstellungen am nächsten kommt.

Im Verlauf einer Unterrichtsstunde in der Unterstufe erklären Sie den Blutkreislauf ausführlich und zeichnen ihn an die Tafel. In der folgenden Stunde sollen die SuS aus dem Gedächtnis eine schematische Darstellung des menschlichen Blutkreislaufs in ihr Heft zeichnen. Einige SuS zeichnen eine Skizze, bei der sie vom Herz ausgehend jede Extremität und den Kopf jeweils mit einem eigenen Kreislauf durchblutet darstellen, so dass sich am Herz 10 Blutgefäßanschlüsse ergeben (5 Kreisläufe mit je 5 Arterien und 5 Venen).

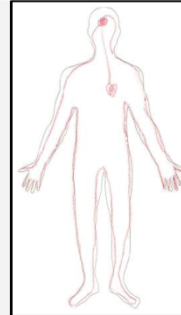
	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
73. Die SuS sollen sich gegenseitig nochmals den Blutkreislauf und den Verlauf der Blutgefäße erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
74. Die SuS sollen sich anhand einer Abbildung zu dem sehr einfach gegliederten Blutgefäßsystem der Fische noch einmal das Konzept des Blutkreislaufs erarbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
75. Die SuS sollen sich am Kunststoffmodell über den korrekten Verlauf der Blutgefäße informieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
76. Ich gehe nicht näher auf den Irrtum der SuS ein, z.B. weil die Zeit zu knapp ist bzw. weil ich die Vorstellung der SuS an anderer Stelle gesondert aufgreifen werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
77. Ich überlege mit den SuS, wie viele Blutgefäßanschlüsse sich am Herz befinden würden, wenn nicht nur die Extremitäten, sondern auch die Organe auf die im Heft dargestellte Art und Weise mit dem Herz verbunden wären und erzeuge so einen kognitiven Konflikt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:				

Fortsetzung Anhang A 6:

XI. Umgang mit Schülervorstellungen zum „Blutkreislauf C“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Umgang mit Schülervorstellungen am nächsten kommt.

Im Verlauf einer Unterrichtsstunde in der Unterstufe erklären Sie den Blutkreislauf ausführlich und zeichnen ihn an die Tafel. In der folgenden Stunde sollen die SuS im Zusammenhang mit einer neuen Aufgabenstellung aus dem Gedächtnis eine schematische Darstellung des menschlichen Blutkreislaufs in ihr Heft zeichnen. Einige SuS zeichnen eine Skizze, die Abb.1 gleicht:



	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
78. Die SuS sollen sich gegenseitig nochmals den Blutkreislauf und den Verlauf der Blutgefäße erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
79. Die SuS sollen sich anhand einer Abbildung zu dem sehr einfach gegliederten Blutgefäßsystem der Fische noch einmal das Konzept des Blutkreislaufs erarbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
80. Die SuS sollen sich am Kunststoffmodell über den korrekten Verlauf der Blutgefäße informieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
81. Ich gehe nicht näher auf den Irrtum der SuS ein, z.B. weil die Zeit zu knapp ist bzw. weil ich die Vorstellung der SuS an anderer Stelle gesondert aufgreifen werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
82. Ich überlege mit den SuS, wie das Blut auf die dargestellte Weise zum Herzen zurückgekehrt und erzeuge so einen kognitiven Konflikt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:				

XII. Umgang mit Schülervorstellungen „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe A“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Umgang mit Schülervorstellungen am nächsten kommt.

Im Rahmen einer Unterrichtsstunde in der Mittelstufe besprechen Sie die Nahrungsbeziehungen zwischen den Tieren des Waldes. Die SuS sollen als Hausaufgabe eine Nahrungspyramide in ihr Heft zeichnen. Zu Beginn der folgenden Stunde fragen einige SuS: „Wenn die Endverbraucher an der Spitze der Nahrungspyramide stehen, wie soll denn so ein relativ kleiner Vogel wie ein Adler ein so großes Tier wie den Hirsch fressen?“ (Ähnliche Abbildungen zur Nahrungspyramide sind in vielen verschiedenen Schulbüchern zu finden.)

Abb. 2 Bios 8
(Gymnasium NRW) S. 97

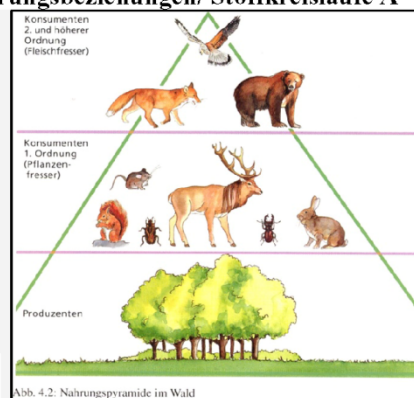


Abb. 4.2. Nahrungspyramide im Wald

weiter zu XII.: Umgang mit Schülervorstellungen „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe A“				
	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
83. Ich erkläre den SuS nochmals die Glieder einer Nahrungskette und wiederhole, dass nicht jeder Endverbraucher alle Konsumenten niedriger Ordnung frisst. Daraus ergibt sich, dass der Adler nicht den Hirsch frisst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
84. Ich zeige einen Film über den Wald in dem viele Organismen aus verschiedenen Nahrungsketten gezeigt werden und fasse sie anschließend mit den SuS an der Tafel zu einer Pyramide zusammen. Daraus ergibt sich, dass der Adler nicht den Hirsch frisst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
85. Die SuS sollen mit Hilfe von Fotokarten Nahrungsketten zusammenlegen und zu der Erkenntnis gelangen, dass bestimmte Produzenten oder Konsumenten niedriger Ordnung von bestimmten Endverbrauchern gefressen werden. Daraus ergibt sich, dass der Adler nicht den Hirsch frisst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
86. Ich gehe nicht näher auf den Irrtum der SuS ein, z. B. weil die Zeit zu knapp ist bzw. weil ich die Vorstellung der SuS an anderer Stelle gesondert aufgreifen werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
87. Ich zeige ein Stopfpräparat eines möglichst großen Beutegreifers (sofern vorhanden; im Glaskasten) und ein Foto eines Hirsches und lasse die SuS Aussagen zur Größe der Tiere treffen und erzeuge somit einen kognitiven Konflikt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:				

XIII. Umgang mit Schülervorstellungen „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe B“				
Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Umgang mit Schülervorstellungen am nächsten kommt.				
<i>Im Rahmen einer Unterrichtsreihe in der Mittelstufe haben Sie die Nahrungsbeziehungen zwischen den Tieren des Waldes und ein Beispiel zum Stoffkreislauf (z.B. den Wasserkreislauf) besprochen. In einer der folgenden Unterrichtsstunden möchten Sie den Zusammenhang der Nahrungsbeziehungen des Waldes und der Stoffkreisläufe thematisieren. Einige SuS argumentieren: „Beim Nahrungsnetz handelt es sich nicht um einen Kreislauf, da die Endverbraucher an der Spitze des Nahrungsnetzes stehen und somit von keinem anderen Tier gefressen werden. Das sieht man auch an der Nahrungspyramide.“</i>				
	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
88. Ich erkläre den SuS nochmals die Nahrungsbeziehungen am Beispiel der Nahrungskette und dem Wasserkreislauf aus dem vorangegangenen Unterricht. Danach sollten sie selbst den Zusammenhang herstellen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
89. Ich erkläre den SuS die Nahrungsbeziehungen an einem neuen Beispiel und stelle das Prinzip eines Kreislaufs dar. Danach sollten sie selbst den Zusammenhang herstellen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
90. Die SuS sollen mit Hilfe von Fotokarten von Pflanzen, Tieren, Pilzen und Einzellern Nahrungsketten zusammenlegen. Dabei sollen sie erkennen, dass sich beim Zusammenlegen der Karten immer Kreisläufe ergeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
91. Ich gehe nicht näher auf den Irrtum der SuS ein, z. B. weil die Zeit zu knapp ist bzw. weil ich die Vorstellung der SuS an anderer Stelle gesondert aufgreifen werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fortsetzung Anhang A 6:

weiter zu XIII.: Umgang mit Schülervorstellungen „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe B“

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
92. Ich lasse die SuS überlegen, welche Auswirkungen es für den Wald hätte, wenn Konsumenten höherer Ordnung von keinem anderen Organismus „gefressen“ werden würden, sogar dann nicht, wenn sie gestorben sind. Auf diese Weise erzeuge ich einen kognitiven Konflikt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

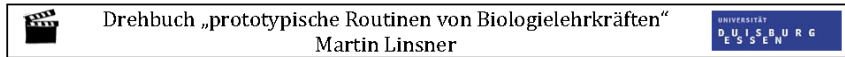
XIV. Umgang mit Schülervorstellungen „Nahrungsbeziehungen/ Stoffkreisläufe C“

Kreuzen Sie bitte an, welche Beschreibung Ihrem Umgang mit Schülervorstellungen am nächsten kommt.

Im Rahmen einer Unterrichtsreihe in der Mittelstufe haben Sie die Nahrungsbeziehungen zwischen den Tieren des Waldes und ein Beispiel zum Stoffkreislauf (z.B. den Wasserkreislauf) besprochen. Zum Abschluss der Unterrichtsreihe soll noch ein kurzer Exkurs zu den aquatischen Ökosystemen erfolgen. Sie thematisieren, dass auch nur geringe Temperaturerhöhungen des Meerwassers drastische Auswirkungen auf die Fortpflanzung und Entwicklung des Krills haben. Einige SuS argumentieren: „Solange der Temperaturanstieg nur einen Einfluss auf den Krill und damit vielleicht auch noch auf die Anzahl der Wale hat, ist doch alles noch nicht so schlimm...“.

	Kommt meinem Unterricht sehr nah	Kommt meinem Unterricht nah	Ist meinem Unterricht fern	Ist meinem Unterricht sehr fern
93. Ich erkläre den SuS nochmals die Nahrungsbeziehungen am Beispiel der Nahrungskette und dem Wasserkreislaufkreislauf aus dem vorangegangenen Unterricht. Danach sollten sie selbst darstellen, dass auch aquatische Ökosysteme globalen Einfluss besitzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
94. Ich erkläre den SuS die Nahrungsbeziehungen an einem neuen Beispiel aus dem Meer und stelle das allgemeine Prinzip eines Kreislaufs dar. Danach sollten sie selbst darstellen können, dass auch aquatische Ökosysteme globalen Einfluss besitzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
95. Die SuS sollen mit Hilfe von Fotokarten von Pflanzen, Tieren, und Einzellern aus dem Meer Nahrungsketten zusammenlegen. Dabei sollen sie erkennen, dass aquatische und terrestrische Ökosysteme in Verbindung stehen und Veränderungen in den Systemen globale Folgen haben können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96. Ich gehe nicht näher auf den Irrtum der SuS ein, z. B. weil die Zeit zu knapp ist bzw. weil ich die Vorstellung der SuS an anderer Stelle gesondert aufgreifen werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
97. Ich erzeuge einen kognitiven Konflikt, indem ich behaupte, dass mit Abnahme des Krillbestandes in der Arktis auch viele Wasservögel und sogar Landtiere unserer Breitengrade vom Aussterben bedroht seien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ich gehe alternativ folgendermaßen vor:

Anhang B: Drehbücher zu den Videosequenzen und Anschreiben**B 1: Drehbücher, die zur Erstellung der Videosequenzen verwendet wurden**1) Beispiel eines Drehbuchs für eine Videosequenz zu *Unterrichtseinstiegen*Unterrichtseinstiege (informierend / Item 12)**Inhalt:**

Begrüßung, Folie auflegen, „Heute beschäftigen wir uns mit...“ (Körperkreislauf, Lungenkreislauf, r+l Vorhof, r+l Hauptkammer, Pulsschlag der heutigen Stunde).

Materialien: OHP, Folie

Skript:

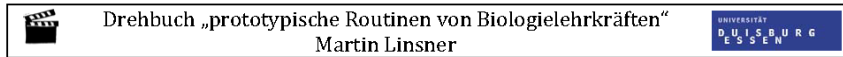
Lehrkraft kommt in den Raum, stellt Tasche auf dem Pult ab und begrüßt die Klasse und legt eine Folie auf, die die zu besprechenden Unterrichtsinhalte in Form einer Auflistung zeigt.

L: „Guten Morgen. Heute beschäftigen wir uns mit dem Blutkreislauf. Dazu schauen wir uns folgende Strukturen an: den Aufbau des Herzens mit rechtem und linkem Vorhof und rechter und linker Herzkammer, den Körperkreislauf und den Lungenkreislauf. Außerdem untersuchen wir den Pulsschlag und was er mit dem Blutkreislauf zu tun hat.“

Schüler hören aufmerksam zu und betrachten die Folie.

Fortsetzung Anhang B 1:

2) Beispiel eines Drehbuchs für eine Videosequenz zum *Umgang mit Experimenten*



Experimentieren (Autonomie / Item 33)

Inhalt:

Die Stunde beginnt. Ein stark vorstrukturiertes Experiment zur Blutverklumpung mit Hilfe eines Blut-Test-Kit wird erklärt. Ein AB zum Experiment wird von der Lehrkraft ausgeteilt. Das Experiment wird durchgeführt. Schüler sollen die Ergebnisse notieren. Fragestellung und Auswertung/Diskussion findet nicht statt.

Materialien: Kunstblut-Set; Arbeitsblatt zum Versuch, Objektträger

Skript:

Lehrkraft kommt in den Raum, stellt Tasche auf dem Pult ab und begrüßt die Klasse. Lehrkraft schiebt einen Wagen mit vorbereiteten Experimentiermaterialien in den Klassenraum.

L: Heute habe ich euch einen Versuch mitgebracht.

Lehrkraft erklärt den Schülern die vorliegenden Experimentiermaterialien (Blutfläschchen, Objektträger etc.).

L: Dazu habe ich dann auch die Versuchsanleitung hier; die gebe ich euch jetzt rum. Dort sind alle Versuchsschritte nochmals beschrieben. Eure Ergebnisse könnt ihr dann in die Tabelle am unteren Blattrand des Arbeitsblattes eintragen.

Lehrkraft reicht die Arbeitsblätter an eine Schülerbank.

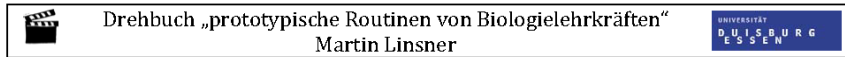
L: Ihr habt die restliche Stunde dafür Zeit. Bitte arbeitet in Dreiergruppen. Einer aus jeder Gruppe kommt dann bitte jetzt nach vorne und holt die Materialien. Denkt daran die benötigten Materialien vor Stundenschluss auch zu säubern und hier hin zurückzustellen.

Szenenwechsel: Die Schüler experimentieren

Szenenwechsel: Die Schüler tragen Ergebnisse auf das Arbeitsblatt ein

Fading out.

Fortsetzung Anhang B 1:

3) Beispiel eines Drehbuchs für eine Videosequenz zum *Umgang mit Schülervorstellungen*

Umgang mit Schülervorstellungen (Problemorientierung / Item 78)

Inhalt:

Schüler füllen AB aus (Zeichnen Blutkreislauf in menschlichen Umriss). Kameraschwenk über verschiedene ABs. Lehrkraft lässt sich einige der ABs als Folie ausfüllen. Lehrkraft sammelt die Folien ein und präsentiert sie am OHP. Bereits die erste Folie zeigt eine typische Schülervorstellung.

Materialien:

Folien mit menschlichem Umriss und Kreislaufsystem, sowohl fachlich richtig als auch fachlich falsch, Arbeitsblätter mit menschlichem Umriss

Skript:

L: Ich habe hier mal die Zeichnung von >>Schüler 1<<. Schaut sie euch mal bitte genau an.

Einige Schüler melden sich. Lehrkraft nimmt >>Schüler 1<< dran.

L: >>Schüler 1<< sag mir doch mal bitte wie bei deiner Zeichnung das Blut zurück zum Herzen fließen soll.

>>Schüler 1<< überlegt.

>>Schüler 1<<: Ja, stimmt, das klappt nicht wirklich!

L: Kann bitte jemand von den anderen >>Schüler 1<< seine Zeichnung korrigieren?

Einige Schüler melden sich. Lehrkraft nimmt nächsten Schüler dran.

Fading out.

B 2: Anschreiben an die Schulleiter

Universität Duisburg-Essen • FB Biologie und Geografie
Didaktik der Biologie • 45117 Essen

An
die Schulleiterin / den Schulleiter

**FB Biologie und Geografie
Didaktik der Biologie**

Martin Linsner, Stephan Schmelzing

Telefon (02 01) 1 83 - 2470
E-Mail martin.linsner@uni-due.de
Gebäude Universitätsstr. 5, S05 T04 B79

Sekretariat:
Telefon (02 01) 1 83 - 3168
Fax (02 01) 1 83 - 4673
E-Mail biologie.didaktik@uni-due.de
Gebäude Universitätsstr. 5, S05 T04 B67

Datum 7. Oktober 2009

Sehr geehrte <<Name Schulleiter>>,

in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und vom Land NRW geförderten Projekt „Biologie im Kontext“ untersuchen wir das unterrichtliche Handeln von Biologielehrkräften. Dabei konzentrieren wir uns auf biologietypische Unterrichtssituationen, z. B. das Einbinden von Experimenten in die Unterrichtsstunde oder den Umgang mit biologischen Schülervorstellungen. Für diese und viele weitere Aspekte, die den Biologieunterricht betreffen, liegen bisher keinerlei Daten vor.

Ziel der Studie ist die Entwicklung einer CD-ROM, auf der kurze, konstruierte Videosequenzen Entscheidungsprobleme von Lehrerinnen und Lehrern in typischen Unterrichtssituationen zeigen, welche als Impulse dazu dienen sollen, das eigene Handeln bewusst wahrzunehmen, ggf. in Frage zu stellen und Handlungsalternativen zu entwickeln. Auf diese Weise soll videographierter Biologieunterricht als Grundlage für Professionalisierungsprozesse z. B. in der Lehrerfortbildung für Biologielehrkräfte dienen.

Zur Durchführung der Studie ist es notwendig, dass eine interessierte Biologielehrkraft und eine Schülergruppe einige typische unterrichtliche Handlungen nach unserer Anleitung durchführen und diese durch uns gefilmt werden. Die Aufnahme der Videosequenzen nimmt maximal zwei Zeitstunden in Anspruch und soll außerhalb der Unterrichtszeit erfolgen. Alle gefilmten Inhalte werden selbstverständlich vertraulich behandelt, zu keinem anderen Zweck als der Lehreraus- und fortbildung oder für wissenschaftliche Zwecke verwendet und nicht an Dritte weitergegeben. Als kleine „Aufwandsentschädigung“ für die Schüler, werden wir einen Geldbetrag an die Klassenkasse entrichten.

Sie würden uns sehr unterstützen, wenn Sie der Teilnahme an dieser Studie zustimmen würden. Die Zustimmung der betroffenen Eltern würden wir, Ihre Einwilligung vorausgesetzt, gesondert einholen. Für eventuelle Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung. Bei Interesse werden wir Ihnen gerne auch die Ergebnisse der Studie zugänglich machen.

Mit freundlichen Grüßen und herzlichem Dank!

bik
biologie
im Kontext
gefördert durch

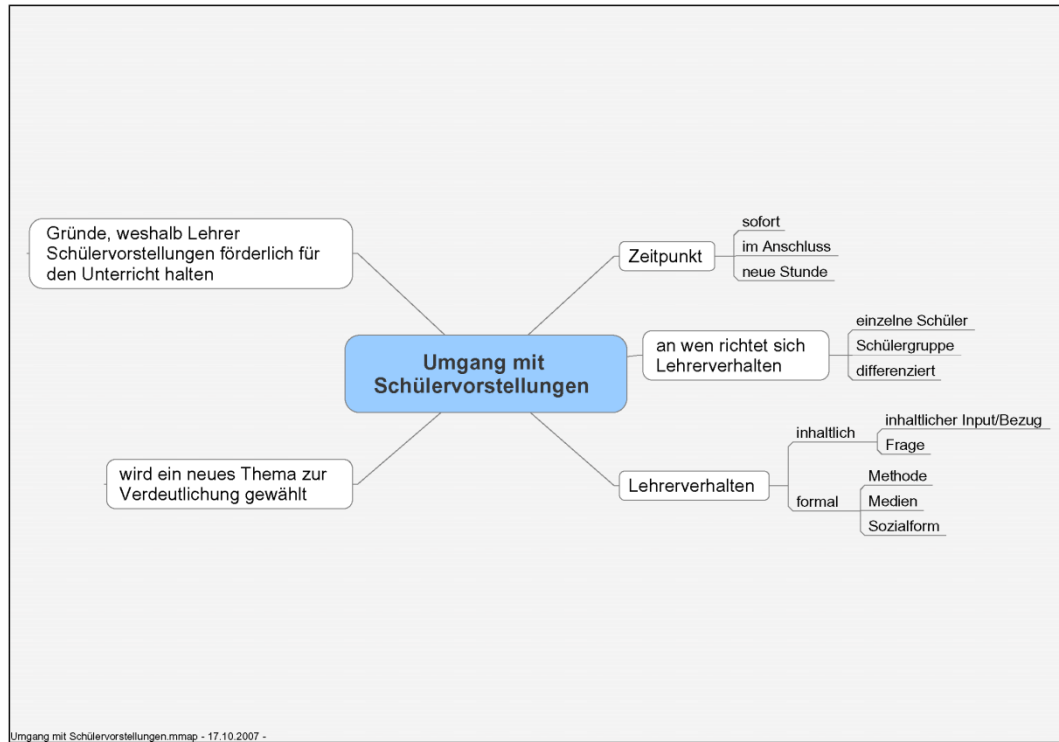
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Ministerium für
Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
und

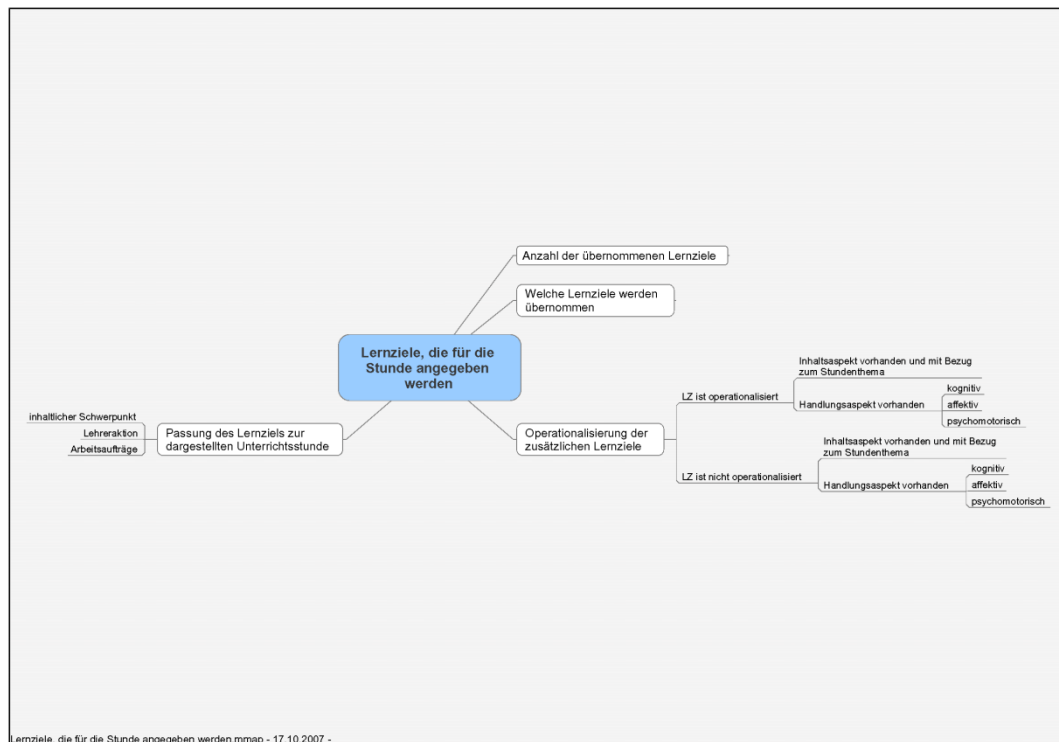


Anhang C: Kategoriensystem zur Beschreibung prototypischer Routinen von Biologielehrkräften

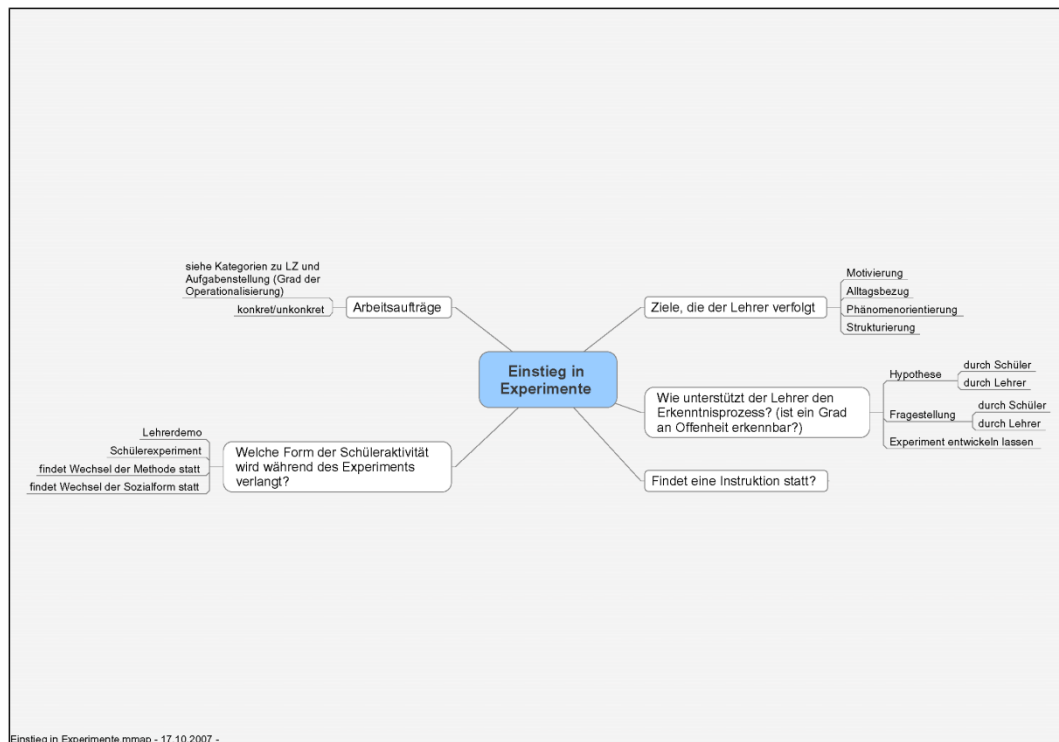
C 1: Umgang mit Schülervorstellungen



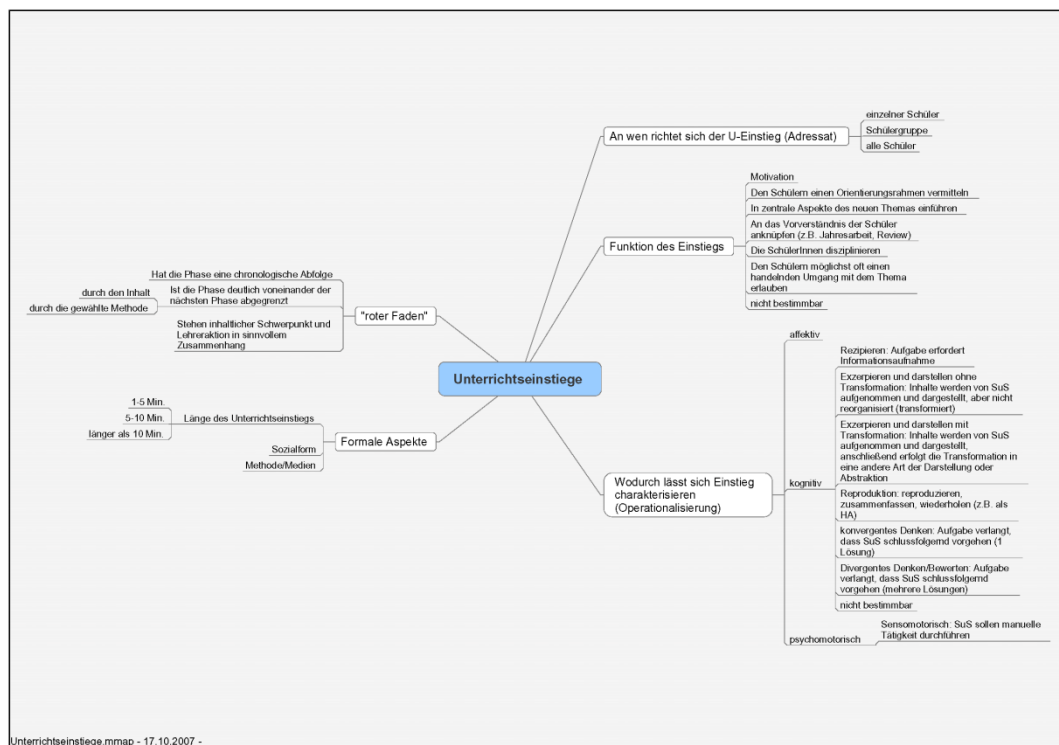
C 2: Lernziele



C 3: Funktion von Experimenten



C 4: Unterrichtseinstiege



Danksagung

Es war ein kleiner Schritt für die Menschheit, aber ein großer Sprung für einen Menschen! – Zumindest hat es sich so angefühlt...

Dass dieser Sprung gelang, ist vor allem Prof. Dr. Angela Sandmann zu verdanken. Sie sorgte für die sensible Balance zwischen Nachdrücklichkeit und Freiheit für selbstverantwortliches Schaffen, mit ihrer steten Bereitschaft für längere und kürzere Planungsgespräche sowie sachliche Diskussionen stellte sie entscheidend den Werdegang dieser Arbeit sicher.

Auch Prof. Dr. Birgit J. Neuhaus gilt mein innigster Dank für die vielen hilfreichen Anregungen und ausführliche Beratung zu Inhalten und Durchführung und ihre tatkräftige Unterstützung in allen Phasen dieser Arbeit. Außerdem für ihr jederzeit offenes Ohr bei den vielen kleinen und großen Problemen mit und um die Arbeit herum und für ihren ausdauernden engagierten Einsatz zu jeder Tages- und manchmal auch Nachtzeit.

Bei Philipp Schmiemann bedanke ich mich dafür, dass er ist, wie er ist – und hoffentlich noch lange so bleibt. Vielen Dank für die in den vergangenen Jahren geteilte Lebens- und Arbeitsfreude sowie sein oft wortloses Verständnis in fachlichen und weniger fachlichen Belangen.

Insgesamt möchte ich mich bei der Arbeitsgruppe für die heitere und fruchtbare Arbeitsatmosphäre sowie die zuverlässige Unterstützung während der gesamten Promotionszeit bedanken. Dies gilt besonders Silvia, Angela, Susanne und Gudrun sowie unseren „fleißigen Helferlein“ alias SHKs. Für ihren unermüdlichen Einsatz bis zuletzt möchte ich außerdem Shareen und Steffi danken.

Ein besonderer Dank gebührt all denjenigen, die über das abgesprochene Maß hinaus zu der Erstellung von *ProBIL* beigetragen haben. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang einerseits die Studienrätinnen Simone Jentsch und Anke Sandschneider mit ihren Biologieschülern und -schülerinnen der neunten Klasse für ihre Bereitschaft, sich videografieren zu lassen; andererseits Ingo Ostgathe und Robert Radermacher für deren wertvolle technische Umsetzung.

Ein herzliches Dankeschön spreche ich auch allen Lehrkräften des Projekts *Biologie im Kontext* für ihre aktive Zusammenarbeit, ihre kollegialen und fachlichen Diskussionsbeiträge sowie ihr unermüdliches und bewundernswertes pädagogisch-didaktisches Wirken im Schulalltag aus.

Natürlich bin ich auch voller Dankbarkeit für meine Eltern, deren Humor und Optimismus mich geprägt haben und durch deren Unterstützung ein wichtiger Grundstein für meinen Werdegang gelegt wurde.

Für meine „bessere Hälfte“ lassen sich kaum die richtigen Dankesworte finden. Danke, dass Du mich so tapfer und liebevoll, fast ohne Beschwerde, so viele Jahre unterstützt und ertragen hat. Danke, dass Du trotz der stressigen Zeiten fest an meiner Seite gestanden hast und dich trotz aller Entbehrungen und Geduldsproben noch für das genaue und penible Korrekturlesen bereit erklärt hast.